

PRAKTYCZNY

ISSN 1232-2628

ELEKTRONIK

NR IND 372161

cena 2,10 zł (21000 zł)

sierpień
nr 8 '95

Cyfrowe układy scalone CMOS – praktyka i teoria cz. 24

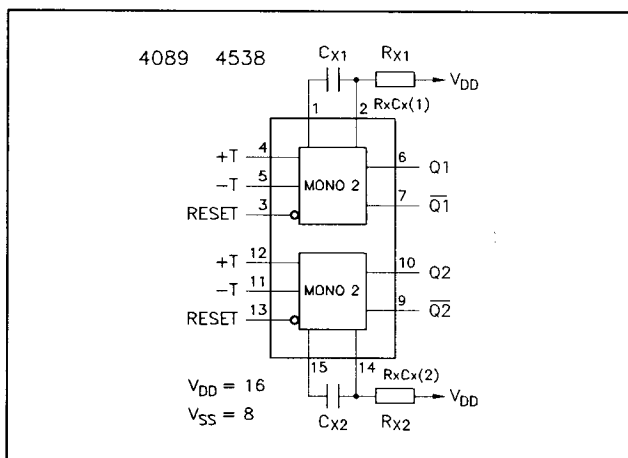
Zamieścimy teraz opis układów monowibratorów 4538 i 4098. W skład każdego z układów wchodzi dwa multiwibratory monostabilne. Oba układy posiadają identyczne wyprowadzenia (rys.1), lecz różnią się niektórymi parametrami. Każdy z multiwibratorów umożliwia generowanie impulsów pojedynczych jak wydłużonych przez ponowne wyzwolenie (retrigger). Układ może zostać w dowolnej chwili wyzerowany, przez podanie niskiego stanu na wejście RESET. Zerowanie poziomem niskim jest rzadko spotykane w rodzinie układów CMOS 4000, dlatego też warto zapamiętać odstępstwo od tej reguły. Taka polaryzacja impulsu zerującego zabezpiecza przed generacją impulsu wyjściowego w momencie zaniku napięcia zasilania. Nie używane wejście RESET łączy się z napięciem zasilania V_{DD} , jednakże jeżeli jeden z monowibratorów zawartych w układzie scalonym jest niewykorzystywany jego wejście RESET łączy się z masą (V_{SS}).

Czas trwania impulsu wyjściowego zadany jest przez wartość zewnętrznego rezystora R_x i kondensa-

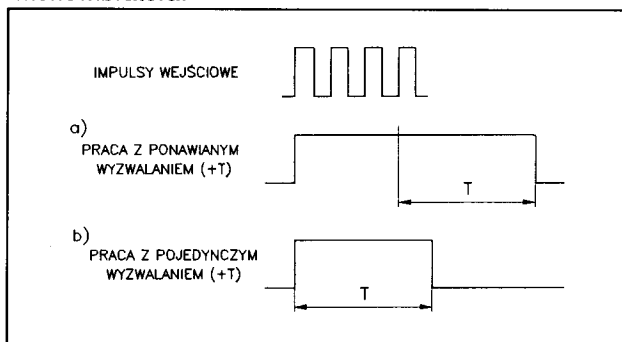
tora C_x . Zalecany zakres wartości elementów i przybliżone wzory określające czas trwania impulsu wyjściowego podano poniżej:

4098	4538
$20\text{pF} < C_x < 100\text{ }\mu\text{F}$	$500\text{pF} < C_x < 100\text{ }\mu\text{F}$
$5\text{ k}\Omega < R_x < 10\text{ M}\Omega$	$4\text{ k}\Omega < R_x < 10\text{ M}\Omega$
$T_x = 1/2 R_x \cdot C_x$	$T_x = R_x \cdot C_x$

Monowibratory mogą być wyzwalone zboczem dodatnim lub ujemnym. Czas jaki upływa od momentu wyzwolenia do pojawienia się impulsu na wyjściu Q, lub $\bar{Q}$ nie zależy od wartości elementów R_x i C_x . Jeżeli układ jest wyzwalamy zboczem dodatnim, doprowadzonym do wejścia +T, wówczas wejście -T musi być połączony z V_{DD} . Natomiast w przypadku wyzwalamy zboczem ujemnym doprowadzonym do wejścia -T wejście +T łączy się z masą V_{SS} . Taka konfiguracja połączeń umożliwia pracę z ponawianym wyzwalamy (rys.2a). Czas trwania impulsu wyjściowego jest przedłużony o czas pojedynczego impulsu licząc od ostatniego zbocza które spowodowało wyzwolenie monowibratora.



Rys.1 Rozkład wyprowadzeń układów monowibratorów 4098 i 4538



Rys.2 Praca układu monowibratora a) z ponawianym wyzwalamy, b) z pojedynczym wyzwalamy

Chcąc uzyskać pracę z pojedynczą generacją impulsów (rys.2b), tzn. po wyzwoleniu monowibrator jest gotowy do ponownego wyzwolenia dopiero po zakończeniu generacji impulsu wyjściowego, należy wyko-

nać połączenie pomiędzy wyjściem Q i -T, dla wyzwalamy dodatnim. Przy wyzwalamy zboczem ujemnym łączy się ze sobą wyjście Q i +T. W tabeli na rysunku 3 zamieszczono wszystkie tryby pracy układów 4098 i 4538.

FUNKCJA	V_{DD} DOŁĄCZYĆ WYPROWADZENIA NR		V_{SS} DOŁĄCZYĆ WYPROWADZENIA NR		WEJŚCIOWY IMPULS DOPROWADZIĆ DO		POZOSTAŁE POŁĄCZENIA	
	MONO (1)	MONO (2)	MONO (1)	MONO (2)	MONO (1)	MONO (2)	MONO (1)	MONO (2)
ZBOCZE NARASTAJĄCE PRACA Z PONAWIANYM WYZW.	3, 5	11, 13			4	12		
ZBOCZE NARASTAJĄCE PRACA Z POJEDYNCZYM WYZW.	3	13			4	12	5, 7	11, 9
ZBOCZE OPADAJĄCE PRACA Z PONAWIANYM WYZW.	3	13	2	12	5	11		
ZBOCZE OPADAJĄCE PRACA Z POJEDYNCZYM WYZW.	3	13			5	11	4, 6	12, 10

Rys.3 Wykaz połączeń dla różnych rodzajów pracy

Ciąg dalszy na stronie 29.

PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

SIERPIEŃ nr 8/95

SPIS TREŚCI

Cyfrowe układy scalone CMOS – praktyka i teoria cz. 24.....	2
Zastosowanie analogowego miernika wysterowania w woltomierzu i amperomierzu.....	4
Generator sygnałowy AM.....	6
Zakłócenia i ich redukcja cz. 4.....	12
Elektroniczny „dzwonek do telefonu”.....	15
Zasady prenumeraty.....	17
Nowa karta zamówień.....	18
Automatyczny włącznik wentylatora chłodnicy w samochodzie.....	19
„Oscyloskop” do analizy przebiegów cyfrowych.....	22
Nowe ceny płytek drukowanych.....	30

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym w terminie do trzech tygodni. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznych. Koszt wysyłki wynosi: 5,00 zł (50.000 zł) bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery „Praktycznego Elektronika”: 3/92; 1/94; 6/93; 6, 11, 12/94; 1-8/95. Cena jednego egzemplarza 2,10 zł (21.000 zł) plus koszty wysyłki. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany, wysyłamy w cenie 1,00 zł (10.000 zł) za pierwszą stronę, za każdą następną 0,20 zł (2.000 zł) plus koszty wysyłki.

Zamówienia na płytki drukowane prosimy przysyłać na kartach pocztowych, lub kartach zamówień zamieszczonych w PE 7/95 i PE 8/95.

Wydawca — ARTKELE, Zielona Góra

Ogłoszenia i reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto:
ARTKELE — WYDAWNICTWO TECHNICZNE
ul. Prosta 11 65-001 Zielona Góra
KOMUNALNY BANK SPÓŁDZIELCZY, Zielona Góra
997283-102847-2541

Ceny:

- 1 cm² ogłoszenia ramkowego – 2,10 zł (21.000 zł) + 22% VAT (najmniejsze ogłoszenie 20 cm²)
- ogłoszenia drobne do 40 słów – 1,05 zł (10.500 zł) + 22% VAT

Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

Adres redakcji:

„Praktyczny Elektronik”
ul. Prosta 11
65-001 Zielona Góra
tel. 27-04-82 w godz. 10⁰⁰–13⁰⁰
Red. Naczelny mgr inż. Dariusz Cichoński

Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

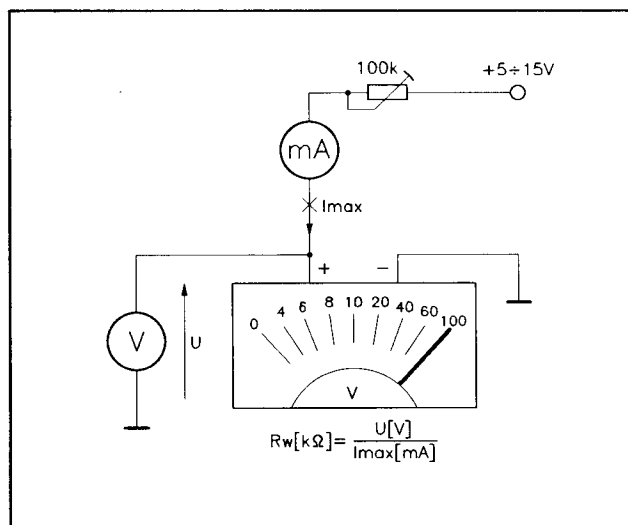
Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczonych w „Praktycznym Elektroniku” mogą być wykorzystane wyłącznie dla własnych potrzeb. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów „Praktycznego Elektronika” możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

Zastosowanie analogowego miernikaysterowania w woltomierzu i amperomierzu

W wielu urządzeniach zachodzi potrzeba ciągłej kontroli napięcia, lub prądu. Można w tym celu zbudować jeden z opisywanych w PE woltomierzy cyfrowych. Często jednak stosowanie miernika cyfrowego podnosi w sposób istotny koszt urządzenia. Poniższy artykuł zawiera opis wykonania bardzo prostego woltomierza i amperomierza w którym zastosowano magnetoelektryczny miernik poziomuysterowania. Artykuł ten kierowany jest do początkujących elektroników.

Diody świecące i wskaźniki fluorescencyjne wyparły popularne niegdyś w sprzęcie audio wychyłowe mierniki poziomuysterowania. Z tego też względu w sklepach elektronicznych można kupić miernik pochodzący z lat osiemdziesiątych za niewielką kwotę (1,00÷2,00 zł). Miernik taki, najlepiej z liniową skalą, doskonale nadaje się do budowy prostego woltomierza, lub amperomierza o niewielkiej dokładności. Należy tu od razu podkreślić, że w niektórych przypadkach zbyt duża dokładność miernika cyfrowego jest niepożądana, gdyż utrudnia odczyt. Dla przykładu można podać prosty zasilacz, gdzie nie jest istotne, czy układ zasilany jest napięciem 12,000 V, czy napięciem 12,5 V.

Jeżeli zdecydujemy się na budowę woltomierza pierwszą czynnością będzie zmierzenie czułości i rezystancji wewnętrznej miernikaysterowania. Do budowy woltomierza można też zastosować dowolny, sprawny miernik magnetoelektryczny, np. pochodzący z uszkodzonego miernika uniwersalnego. Schemat układu pomiarowego zamieszczono na rysunku 1.



Rys.1 Schemat układu do pomiaru czułości i rezystancji wewnętrznej miernika

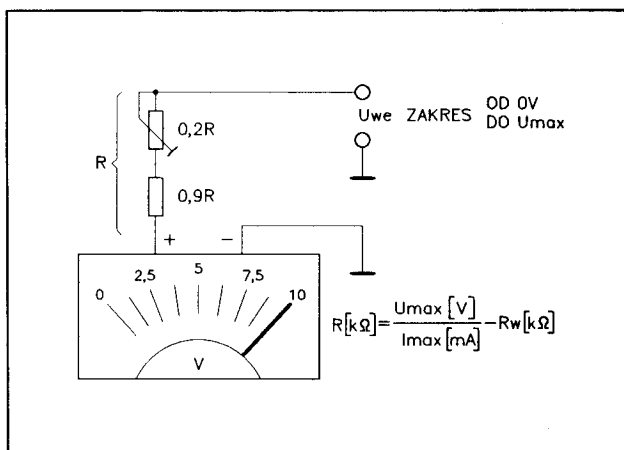
Do pomiaru parametrów miernikaysterowania niezbędne jest posiadanie miernika uniwersalnego. W pierwszej kolejności do układu podłączamy amperomierz i regulując potencjometrem 100 kΩ stawiamy wychylenie wskazówki miernika poziomuysterowania na maksimum (na ostatnią działkę skali). Wartość prądu wskazaną przez miernik uniwersalny zapisujemy. Jest to tzw. czułość miernika, czyli wartość prądu powodująca pełne wychylenie wskazówki. Następnie odłączamy od układu amperomierz i włączamy woltomierz. Ponownie potencjometrem 100 kΩ ustawiamy wychylenie wskazówki na ostatnią działkę i odczytujemy napięcie wskazane przez miernik uniwersalny.

Teraz na podstawie obu pomiarów możemy obliczyć rezystancję wewnętrzną R_{We} miernikaysterowania:

$$R_w [k\Omega] = \frac{U [V]}{I_{max} [mA]}$$

Dysponując dwoma miernikami uniwersalnymi, powyższy pomiar można przeprowadzić jednocześnie. Pragnę jeszcze zwrócić uwagę, że przedstawiony układ pomiarowy pozwala na dokładny pomiar napięcia. Pomiar prądu obarczony jest niewielkim błędem, gdyż prąd mierzony przez miliamperomierz składa się z prądu płynącego przez badany miernik i prądu płynącego przez rezystancję wewnętrzną woltomierza.

Znając wartość rezystancji wewnętrznej miernika można już przystąpić do zbudowania najprostszej wersji woltomierza jednozakresowego. Jak pokazano to na rysunku 2 składa się on z miernika, rezystora i potencjometru montażowego.



Rys.2 Schemat ideowy woltomierza jednozakresowego

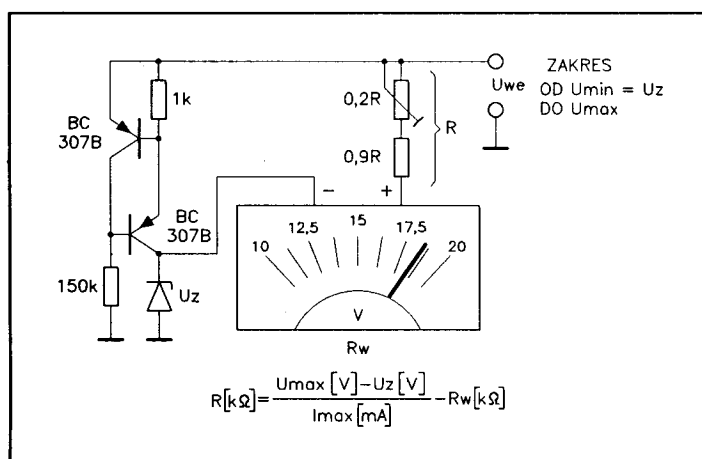
Wartość rezystora R można obliczyć ze wzoru:

$$R \text{ [k}\Omega\text{]} = \frac{U_{\max} \text{ [V]}}{I_{\max} \text{ [mA]}} - R_w \text{ [k}\Omega\text{]},$$

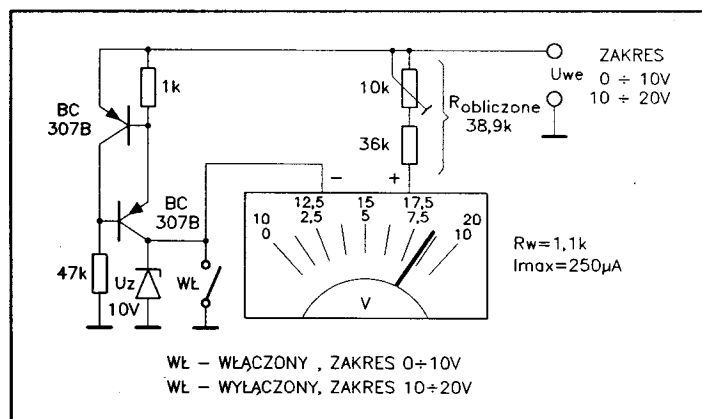
gdzie:

- R – wartość rezystora szeregowego,
- $U_{\max}$ – maksymalne napięcie mierzone przez woltomierz,
- $I_{\max}$ – maksymalny prąd miernika,
- R_w – rezystancja wewnętrzna miernika wystero-

wania.



Rys.3 Schemat woltomierza o zakresie pomiarowym $U_{\min}+U_{\max}$



Rys.4 Schemat ideowy woltomierza o dwóch zakresach pomiarowych: 0V i 10V

W woltomierzu stosuje się rezystor o wartości nieco mniejszej niż obliczona $0,9 \cdot R$ połączony szeregowo z potencjometrem montażowym o wartości $0,2 \cdot R$. Umożliwia to dokładne wyskalowanie woltomierza. W tym celu do jego wejścia doprowadza się napięcie maksymalne $U_{\max}$, mierzone miernikiem kontrolnym. Regulując potencjometrem montażowym ustawia się wychylenie wskazówki miernika na ostatnią działkę skali. Na sam koniec pozostało naniesienie odpowiednich napisów przy działkach skali np. przy pomocy suchej kalkomanii (kalgrafu).

Opisany woltomierz umożliwia pomiar napięcia w zakresie od 0 V do wartości $U_{\max}$. Czasami stosuje się mierniki o „rozciągniętej” skali mierzące napięcia w zakresie $U_{\min} > 0 \text{ V}$ do $U_{\max}$. Przykład takiego układu zamieszczono na rysunku 3.

W tym rozwiązaniu tranzystory T1, T2, rezystory R1, R2 tworzą źródło prądowe zasilające diodę Zenera D1. Źródło prądowe umożliwia utrzymanie stałej wartości prądu przepływającego przez diodę, a tym samym zapewnia niezmiennosc napięcia odniesienia w funkcji napięcia mierzonego.

Woltomierz składający się z miernika i rezystora R włączony jest szeregowo z źródłem napięcia odniesienia i mierzy różnicę napięć pomiędzy napięciem wejściowym, a napięciem diody Zenera. Dlatego też dla napięć doprowadzonych do zacisków miernika, niższych od napięcia diody Zenera wskazówka miernika nie będzie się wychylała (w praktyce może pojawić się niewielkie wychylenie ok. 2% zakresu). Dla napięć wyższych od napięcia diody Zenera miernik zacznie pokazywać wartość napięcia.

Chcąc zapewnić możliwie dużą rezystancję wewnętrzną woltomierza przyjęto prąd diody Zenera o wartości ok. 600 μA . Niestety powoduje to, że napięcie na diodzie może się różnić od wartości nominalnej napięcia diody. Z tego też względu wskazane jest dobranie diody, tak aby uzyskać na niej żadaną wartość napięcia.

Minimalne napięcie wskazywane przez woltomierz równe jest napięciu na diodzie Zenera. Natomiast maksymalne napięcie może być przyjęte dowolnie. Wartość Rezystora R oblicza się według wzoru:

$$R \text{ [k}\Omega\text{]} = \frac{U_{\max} \text{ [V]} - U_z \text{ [V]}}{I_{\max} \text{ [mA]}} - R_w \text{ [k}\Omega\text{]},$$

gdzie:

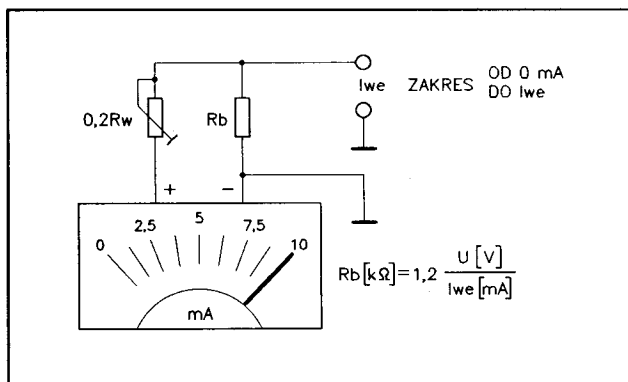
- R – wartość rezystora szeregowego,
- $U_{\max}$ – maksymalne napięcie mierzone przez woltomierz,
- U_z – minimalne napięcie mierzone przez woltomierz (napięcie na diodzie Zenera),
- $I_{\max}$ – maksymalny prąd miernika,
- R_w – rezystancja wewnętrzna miernika wystero-

wystero-

Podobnie jak w poprzednim wypadku wartość rezystora R przyjmuje się mniejszą niż obliczona $0,9 \cdot R$, a w szereg z rezystorem włącza się potencjometr montażowy $0,2 \cdot R$. Kalibracja woltomierza polega na ustawieniu potencjometrem wychylenia wskazówki miernika na ostatnią działkę skali przy napięciu wejściowym równym maksymalnemu.

Wskazania takiego woltomierza wykazują pewną nieliniowość o dolnym obszarze skali (dla wychyleń wskazówki w zakresie 0% skali).

Na rysunku 4 zamieszczono schemat ideowy dwuzakresowego woltomierza o zakresach pomiarowych 0 V i 10 V. W układzie zastosowano miernik wystero-
wania o czułości $250 \mu A$ i rezystancji wewnętrznej $1,1 k\Omega$.



Rys.5 Schemat ideowy amperomierza

Miernik wystero-
wania może też posłużyć do budo-
wy prostego amperomierza. Schemat takiego układu
zamieszczono na rysunku 5. Prąd wejściowy przepły-
wa w tym wypadku przez rezystor bocznikujący R_b ,
wywołując na nim spadek napięcia. Napięcie to mie-

rzne jest przez miernik. Wartość rezystora boczniku-
jącego oblicza się według wzoru:

$$R_b [k\Omega] = 1,2 \cdot \frac{U [V]}{I_{we} [mA]}$$

gdzie:

R_b – wartość rezystora bocznikującego,
 U – spadek napięcia na mierniku wystero-
wania zmierzony w układzie z rysunku 1,
 I_{we} – maksymalny prąd amperomierza,
 R_w – rezystancja wewnętrzna miernika
wystero-
wania.

Do kalibracji amperomierza służy potencjometr o
wartości 0,2(rezystancji wewnętrznej miernika). Kali-
bracja polega na włączeniu amperomierza w szereg z
amperomierzem kontrolnym i takim ustawieniu poten-
cjometru, aby wskazówka miernika wychyliła się do
ostatniej działki przy przepływie prądu o wartości
maksymalnej. Wartość prądu można regulować włą-
czając w obwód dodatkowy pomocniczy potencjometr.

◇ mgr inż. Maciej Bartkowiak

Generator sygnałowy AM

Proponowane do wykonania rozwiązanie generato-
ra sygnałowego należy do grupy przyrządów po-
miarowych przydatnych w pracowni radioamatora.
Jest on źródłem sygnałów wielkiej częstotliwości
w zakresie od 100 kHz do 35 MHz, niezbędnym do
strojenia i orientacyjnych pomiarów odbiorników
radiowych AM, w tym urządzeń krótkofalarskich
i CB.

Parametry techniczne generatora

Zakresy częstotliwości:

- 1) 100÷350 kHz
- 2) 300÷1100 kHz
- 3) 1÷3,5 MHz
- 4) 3÷11 MHz
- 5) 10÷35 MHz

Napięcie wyjściowe w.cz.	– 100 mV
Regulacja skokowa napięcia wyjściowego co 20 dB	– 0 ÷ –80 dB
Rezystancja wyjściowa w.cz.	– 60 Ω
Głębokość modulacji	– 0 ÷ 100 %
Częstotliwość sygnału modulującego	– 1 kHz
Napięcie wyjściowe o częstotliwości 1 kHz	– 0 ÷ 2 V

Sygnał zmodulowany amplitudowo i jego parametry

Sygnałem zmodulowanym amplitudowo nazywamy
sygnał wielkiej częstotliwości, którego amplituda
zmienia się w takt zmian sygnału małej częstotliwości.
Sygnał wielkiej częstotliwości bez modulacji nazywa-
my falą nośną. Częstotliwość fali nośnej określimy
symbolem F_n a jego amplitudę U_{mn} . Po wprowadze-
niu modulacji amplitudy sygnałem małej częstotliwości
o częstotliwości f_m obwiednia amplitudy przebiegu
w.cz. zmienia się na plus i minus o tzw. amplitudę
obwiedni U_{mo} . Kształt obwiedni jest zgodny z kształ-
tem sygnału modulującego. Na rys.1 przedstawiono
przebieg sygnału zmodulowanego amplitudowo.

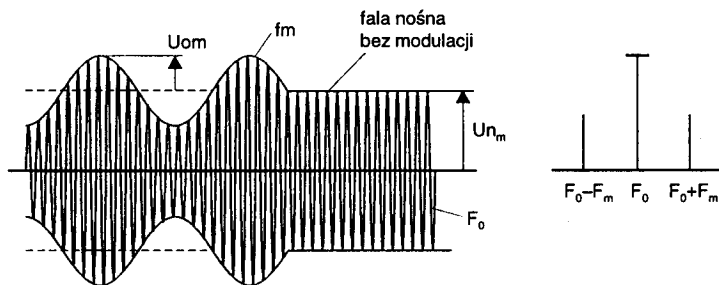
Wskutek modulacji amplitudy w widmie częstotli-
wościowym sygnału w.cz. pojawiają się dwie dodat-
kowe składowe o częstotliwościach $F_n - f_m$ i $F_n + f_m$.
Nazywane są one prążkami bocznymi. Stosowana
w radiofonii na falach długich, średnich i krótkich mo-
dulacja amplitudy charakteryzuje się ograniczeniem
pasma częstotliwości modulujących do 4,5 kHz. Z tego
wynika szerokość kanału (zakres częstotliwości)
przewidzianego na jedną stację radiową, która wynosi
9 kHz.

Zmiany amplitudy sygnału w.cz. czyli wielkość
amplitudy obwiedni jest ograniczona do wartości rów-
nej amplitudzie sygnału w.cz. Przekroczenie tej wiel-
kości spowoduje tzw. przemodulowanie objawiające

się zniekształceniami nieliniowymi obwiedni i później sygnału m.cz. uzyskanego w odbiorniku po demodulacji. Stopień modulacji określa się przy pomocy tzw. współczynnika głębokości modulacji m , wyrażanego w %. Współczynnik głębokości modulacji określa się jako stosunek amplitudy obwiedni do amplitudy fali nośnej. Przedstawia to niżej podany wzór:

$$m = 100\% \cdot U_{mo}/U_{mn}$$

Łatwo zauważyć, że współczynnik głębokości modulacji może zawierać się w przedziale 0÷100 %. Praktycznie najczęściej w radiofonii wynosi około 30 %, a jego wartość maksymalna nie powinna przekroczyć 80 %.



Rys.1 Przebieg zmodulowany amplitudowo i jego widmo częstotliwości

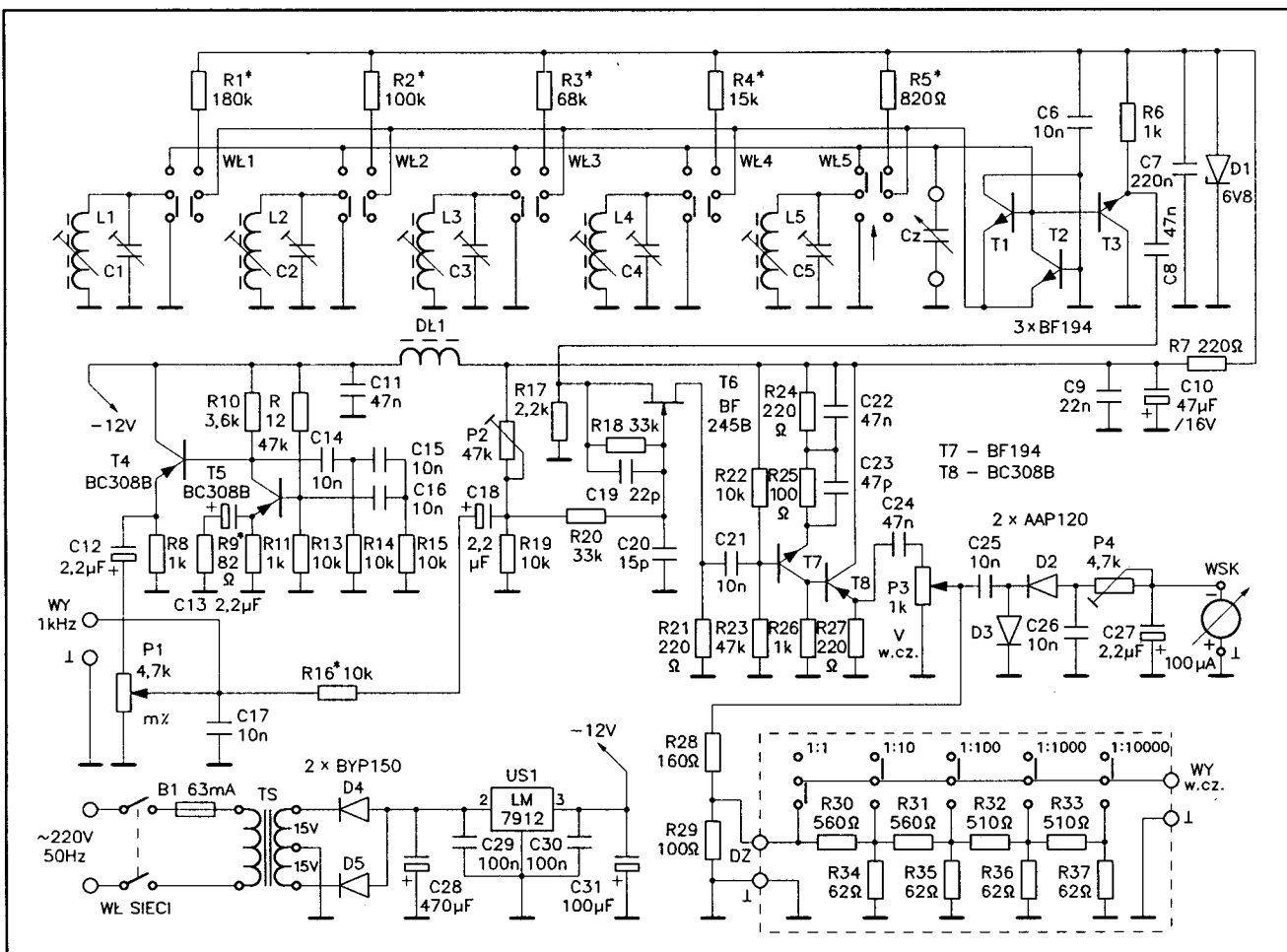
Schemat Ideowy i opis generatora

W układzie generatora można wydzielić kilka podstawowych bloków. Należą do nich:

- generator w.cz. z separatorem,
- generator m.cz.,
- modulator ze wzmacniaczem w.cz.,
- wskaźnik napięcia wyjściowego,
- dzielnik napięcia wyjściowego,
- zasilacz -12 V.

Opis układu rozpoczniemy od generatora w.cz. Pracuje on w nietypowym układzie generatora samoopraczającego napięcie wyjściowe. Zrealizowany jest na tranzystorach T1 i T2 (BF 194). Tranzystory te

są połączone bezpośrednio i sprzężone emiterowo. Tranzystor T1 pracuje w układzie ze wspólnym kolektorem (wtórnik emiterowy), a tranzystor T2 w układzie ze wspólną bazą. Ze względu na uproszczenie układu generatora zastosowano nietypowe zasilanie z plusem" a masie. Kolektor T1 i baza T2 są bezpośrednio podłączone do masy. Generator pracuje bez typowych rezystorowych układów polaryzujących. Do polaryzacji obu tranzystorów, a jednocześnie do regulacji wzmacnienia



Rys.2 Schemat ideowy generatora

napięciowego tej pary tranzystorów są wykorzystywane przełączane rezystory R1, R2, R3, R4, R5. Rezystory te dobiera się indywidualnie dla każdego z zakresów.

Układ wtórnik emiterowego i układ ze wspólną bazą nie wprowadzają przesunięcia fazy i dlatego mogą być bezpośrednio podłączone do obwodu rezonansowego generatora. Zarówno wejście wtórnik emiterowego (baza T1) jak i wyjście wzmacniacza ze wspólną bazą (kolektor T2) charakteryzują się dużą rezystancją i wprowadzają minimalne tłumienie obwodu rezonansowego. Punkt połączenia bazy T1 i kolektora T2 jest za pośrednictwem przełączników lsostat łączony z równoległymi obwodami rezonansowymi wyznaczającymi częstotliwość generowanego sygnału.

W skład obwodów rezonansowych wchodzi zestaw indukcyjności L1+L5 wraz z trymerami C1+C5 i kondensator zmienny Cz. Kondensator zmienny służy do zmiany częstotliwości generatora wewnątrz zakresu określonego wybraną parą L1, C1+L5, C5.

Do wyjścia generatora jest dołączone także wejście wtórnik emiterowego na tranzystorze T3 pełniące rolę separatora, tzn. układu oddzielającego generator w.cz. od dalszych części układu. Dzięki temu uzyskuje się zmniejszenie wpływu pozostałych stopni generatora na generowaną częstotliwość, co poprawia jej stabilność.

Z wyjścia separatora przez kondensator C8 sygnał jest podawany do modulatora zrealizowanego na tranzystorze polowym BF 245B (T6). Tranzystor T6 jest w modulatorze wykorzystywany jako zmienny rezystor. Wykorzystuje się właściwość zmiany rezystancji dren źródło w zależności od napięcia bramki. Rezystancja wewnętrzna tranzystora tworzy wraz z rezystorem R21 dzielnik napięcia, którego podział zależy od przyłożonego do bramki tranzystora napięcia. Na bramkę tranzystora T6 podawane jest napięcie stałe z dzielnika rezystancyjnego P2, R19 i napięcie zmienne m.cz. o wielkości regulowanej za pomocą potencjometru P1. Rezystory R18, R20 i kondensatory C19, C20 zapewniają linearyzację rezystancji tranzystora polowego.

Z modulatora przez kondensator C21 sygnał w.cz. zmodulowany sygnałem m.cz. podawany jest na wejście wzmacniacza w.cz. Jako wzmacniacz w.cz. wykorzystywany jest tranzystor T7 pracujący w układzie ze wspólnym emiterem. W obwodzie emitera tego tranzystora zastosowano układ korekcji wysokich częstotliwości R25, C23 mający za zadanie zwiększenie wzmocnienia wzmacniacza przy najwyższych częstotliwościach wytwarzanych w układzie generatora. Do kolektora tranzystora T7 podłączony jest wtórnik emiterowy na tranzystorze T8 pełniący rolę wzmacniacza mocy sygnału wyjściowego w.cz. generatora.

Przez kondensator C24 sygnał podawany jest do potencjometru P3 przewidzianego do płynnej regulacji napięcia wyjściowego w.cz.. Do suwaka potencjometru podłączony jest układ podwajacza napięcia na dio-

dach D2 i D3 wytwarzający napięcie stałe podawane przez rezystor nastawny P4 do wskaźnika poziomu napięcia wyjściowego (ustrój pomiarowy o czułości 100 μ A). Wskaźnik ten jest wykorzystywany do regulacji napięcia wyjściowego podawanego do dzielnika napięcia wyjściowego na poziom 100 mV.

Dzielnik napięcia wyjściowego zrealizowano jako odrębny podzespół. Zapewnia on skokową zmianę wielkości sygnału wyjściowego co 20 dB, od 0 do -80 dB. Daje to na wyjściu dzielnika napięcia w przedziale od 100 mV do 10 μ V, których wielkość dodatkowo można płynnie zmniejszać potencjometrem P3.

Generator sygnału modulującego m.cz. zrealizowano w tzw. układzie drabinkowym na tranzystorze T5. O częstotliwości generatora decydują wartości rezystorów R13, R14, R15 i kondensatorów C14, C15, C16. Przy podanych wartościach uzyskuje się częstotliwość około 1 kHz. Przez dobór rezystora R9 uzyskuje się właściwą wielkość napięcia wyjściowego i brak zniekształceń nieliniowych sygnału wyjściowego. Także i tutaj zastosowano separujący wtórnik emiterowy na tranzystorze T4 (BC 308B). Z wtórnik napięcie modulujące podawane jest przez kondensator C12 do potencjometru P1 przewidzianego do regulacji głębokości modulacji sygnału w.cz., lub regulacji napięcia wyjściowego m.cz. Z suwaka potencjometru P1 napięcie m.cz. podawane jest przez rezystor R16 i kondensator C18 do układu modulatora.

Zasilacz sieciowy wykorzystuje transformator sieciowy z dzielonym uzwojeniem wtórnym dostarczający napięcie wyjściowe 2x15 V przy dopuszczalnym poborze prądu 100 mA. Transformator zasilą prostownik dwupołkowy na diodach D4 i D5. Wyprostowane napięcie po filtracji doprowadzone jest do monolitycznego stabilizatora napięcia ujemnego 12 V (LM 7912, 79L12). Napięcie zasilające przez dławik Df1 dostarczane jest do stopni wielkiej częstotliwości. Napięcie zasilające generator w.cz. jest dodatkowo stabilizowane za pomocą diody Zenera D1 w celu poprawy stabilności generowanych częstotliwości.

Montaż i uruchomienie

Przed przystąpieniem do montażu niezbędne jest przygotowanie wszystkich elementów i płytek drukowanych. W płytkach należy rozwiercić do średnicy 1,2 mm otwory przewidziane do montażu przełączników lsostat, trymerów i tranzystorów BF 194. Otwory pod kołki lutownicze należy rozwiercić do średnicy 1,4 mm. Większość elementów to typowe dostępne w handlu. Problem może stanowić skompletowanie zestawu cewek i dlatego podamy ich dane nawojowe.

Wszystkie cewki są nawijane na typowych karkasach z wykorzystaniem typowych rdzeni i ekranów cewek z serii 7x7.

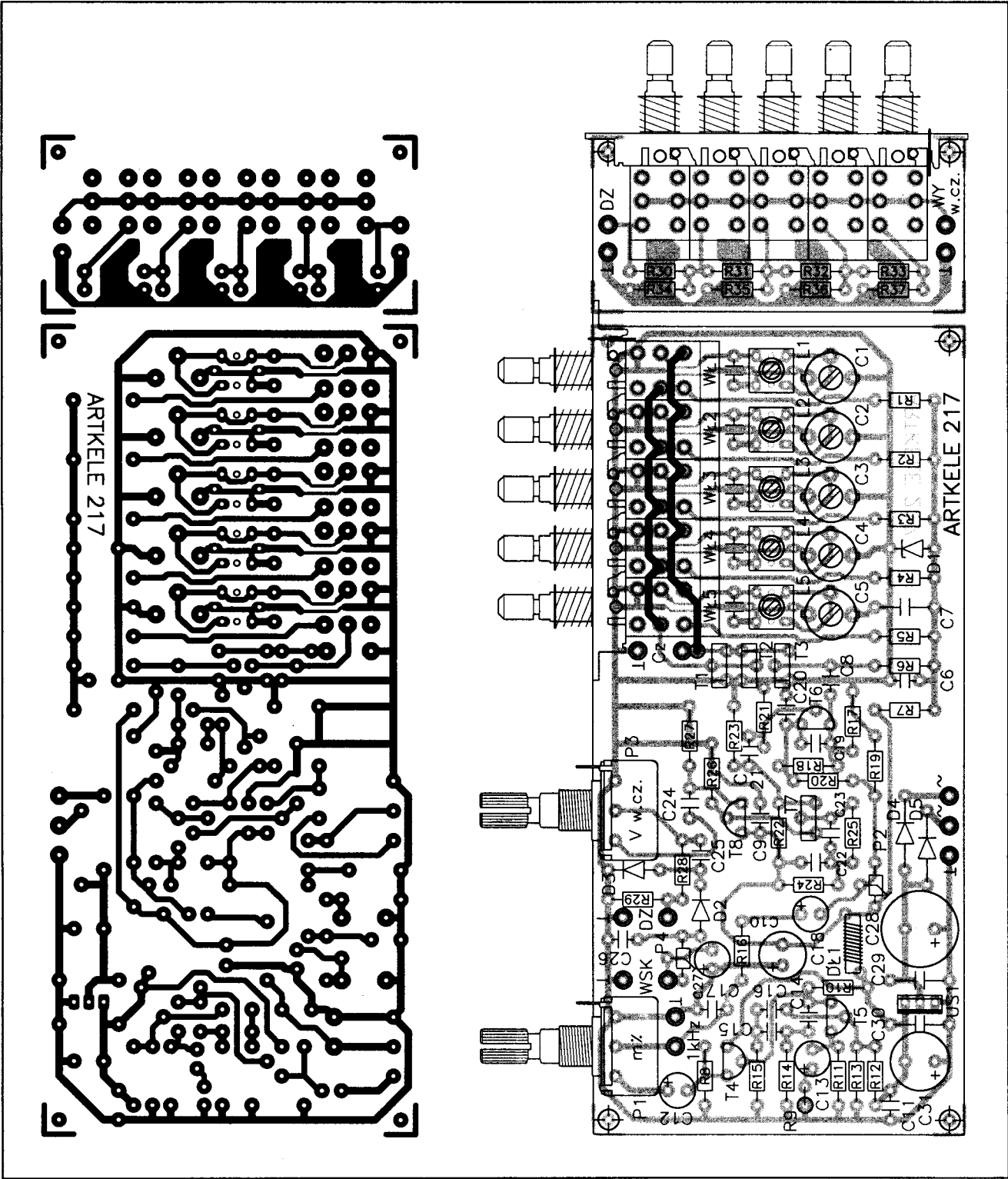
- L1 o indukcyjności 3,3 mH, można wykorzystać fabryczne cewki o numerach 305 lub 316. W przypadku konieczności wykonania we własnym zakresie należy na karkasie dowolnej cewki z serii 3XX nawinąć

495 zwojów drutu nawojowego w emalii o średnicy 0,06 mm.

– L2 o indukcyjności 0,37 mH, można wykorzystać fabryczne cewki o numerach 306 lub 309. Przy wykonywaniu we własnym zakresie należy na karkasie dowolnej cewki z serii 3XX nawinąć 160 zwojów drutu nawojowego w emalii o średnicy 0,08 mm. W tym jak

i w poprzednim przypadku należy założyć zewnętrzną część rdzenia (kubek).

– L3 o indukcyjności 33 , odpowiednia fabryczna cewka ma numer 332. Wykonując cewkę we własnym zakresie należy nawinąć 46 zwojów drutu o średnicy 0,08 mm na karkasie cewki 3XX. Należy pamiętać o założeniu zewnętrznej części rdzenia.



Rys.3 Widok płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów

– L4 o indukcyjności $3,7 \mu\text{H}$, jako gotowe można wykorzystać cewki o numerach 228, 440, 441, 454. We własnym zakresie trzeba nawinąć 19 zwojów drutu nawojowego w emalii o średnicy $0,1 \text{ mm}$ na karkasie cewki z serii 2XX lub 4XX.

– L5 o indukcyjności $0,33 \mu\text{H}$, brak jest bezpośrednio odpowiednika fabrycznego. Należy nawinąć 6 zwojów drutu nawojowego o średnicy $0,1 \text{ mm}$ na karkasie cewki z serii 5XX.

Dławik D11 nie jest elementem krytycznym i powinien zawierać 15 zwojów drutu nawojowego o średnicy $0,2 \text{ mm}$ na dowolnym rdzeniu ferrytowym o średnicy $2 \div 4 \text{ mm}$ i długości $10 \div 15 \text{ mm}$.

Jako kondensator zmienny Cz można wykorzystać dowolny kondensator zmienny stosowany w krajowych odbiornikach radiofonicznych zawierający dwie sekcje AM o przyrostach pojemności 380 i 320 pF. Sekcje te należy połączyć równolegle dzięki czemu uzyskuje się kondensator o wypadkowym przyroście pojemności 700 pF (np. kondensator zmienny z odbiornika Jubilat czy Ślăzak – sekcje FM pozostają niewykorzystane).

Zakresy częstotliwości ułożone są w dwóch sekwencjach: $1 \div 3,5$ i $3 \div 11$ co pozwala na wyskalowanie dwóch zakresów a pozostałe powinny się pokrywać po dokładnym dostrojeniu skrajnych częstotliwości. Rozwiązania wymaga sposób napędu osi kondensatora zmiennego i skala częstotliwości. Można tutaj wzorować się na rozwiązaniach stosowanych w odbiornikach radiowych i nawet wykorzystać elementy napędu przeznaczone do odbiorników. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest wykorzystanie miernika częstotliwości jaki był opisywany w Praktycznym Elektroniku lub jakich opisy można znaleźć w innych czasopismach dla elektroników. Wtedy znacznie wzrasta dokładność odczytu częstotliwości i odpada problem skali częstotliwości. Kondensator zmienny można napędzać pokrętkiem umieszczonym bezpośrednio na jego osi. Podane kondensatory posiadają wewnętrzną przekładnię. Wejście miernika częstotliwości można podłączyć do kondensatora C8 (napięcie w.c.z. 400 mV) lub do kondensatora C24 (napięcie w.c.z. 150 mV), najlepiej za pośrednictwem rezystora 470Ω do $1 \text{ k}\Omega$ w celu wyeliminowania wpływu pojemności przewodu na sygnał w.c.z.. Miernik częstotliwości może być zamontowany wewnątrz obudowy generatora lub podłączany z zewnątrz.

Na rys.3 przedstawiono widok płytki drukowanej generatora i rozmieszczenie elementów na płytce.

Przy montażu cewek L1÷L5 należy zwrócić uwagę na rozmieszczenie wyprowadzeń. Cewki te mają najczęściej uzwojenie główne podłączone do wyprowadzeń 1 i 3, ale w nowszych cewkach zostało zmienione rozmieszczenie wyprowadzeń. Sugeruję zagłębienie do poradnika „Podzespoły elektroniczne – elementy bierne”, gdzie podane są dokładne dane tych cewek wraz z rozmieszczeniem wyprowadzeń. Płytką drukowaną jest przystosowana do montażu obu

wykonań cewek. Ewentualne uzwojenia wtórne należy odciąć od wyprowadzeń przed montażem cewek.

Przygotować należy także przełączniki segmentowe Isostat. Przełączniki generatora i dzielnika napięcia wyjściowego są takie same i składają się z pięciu pojedynczych segmentów zależnych umieszczonych na listwie w rozstawie 10 mm .

Po zamontowaniu wszystkich elementów i podłączeniu elementów zewnętrznych (kondensator zmienny, wskaźnik, dzielnik, transformator sieciowy lub zewnętrzny zasilacz) można przystąpić do uruchamiania układu generatora. Oczywiście pamiętać o dokładnym zabezpieczeniu obwodów sieciowych 220 V dla uniknięcia porażenia. Do uruchomienia generatora niezbędny będzie oscyloskop o paśmie częstotliwości co najmniej do 20 MHz i częstotlicznik cyfrowy.

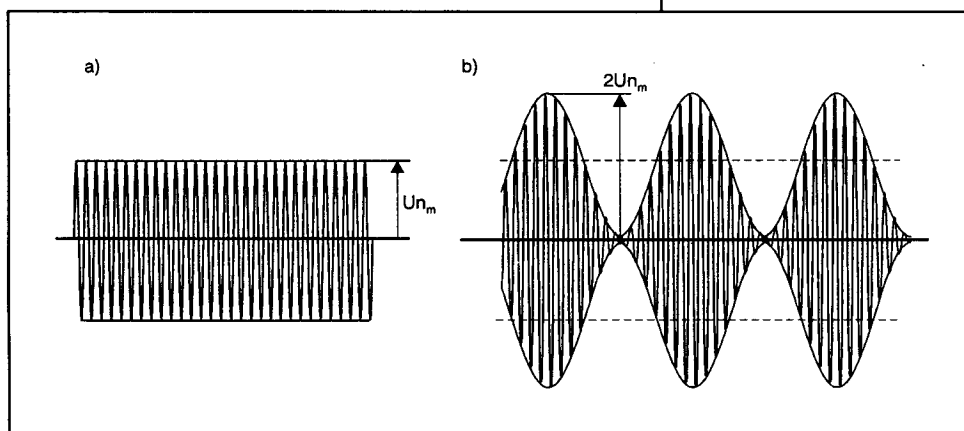
W pierwszej kolejności po podłączeniu zasilania sprawdzić napięcia zasilające. Napięcie na wyjściu stabilizatora powinno wynosić -12 V . To samo napięcie powinno być na kolektorach tranzystorów T4 i T8. Napięcie na anodzie diody Zenera D1 powinno wynosić $6,8 \text{ V}$ (można zastosować diody Zenera na napięcie od $4,7 \div 7,5 \text{ V}$).

Za pomocą oscyloskopu sprawdzamy działanie generatora sygnału modulującego. Sygnał o częstotliwości około 1 kHz powinniśmy zaobserwować po podłączeniu sondy oscyloskopu do emitera tranzystora T4. Przy braku sygnału sprawdzić polaryzację tranzystora T5 (napięcie stałe na jego emiterze powinno wynosić około $1,2 \text{ V}$) i ewentualnie usunąć przyczynę nieprawidłowości. Jeśli polaryzacja jest prawidłowa, zewrzeć rezystor R9. Powinien pojawić się przebieg wyjściowy m.c.z.. Dobierając wartość rezystora R9 uzyskać nieznieskształcone napięcie wyjściowe o amplitudzie (wartości maksymalnej) 4 V . Sprawdzić działanie regulacji napięcia modulującego przez obserwację napięcia na suwaku potencjometru P1 przy różnych położeniach suwaka.

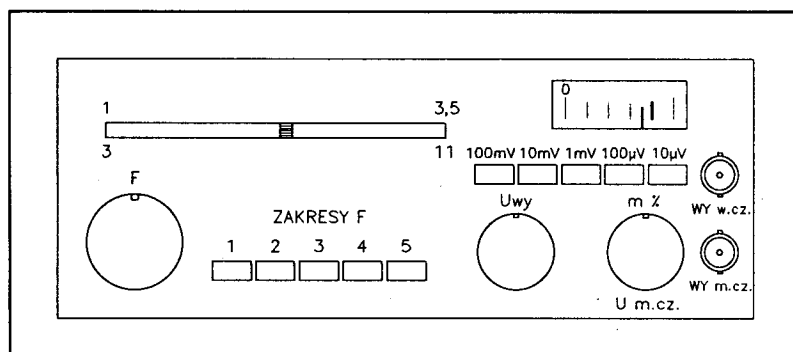
Dokładne zestrojenie obwodów generatora wymaga zastosowania częstotlicznika. Orientacyjne zestrojenie jest możliwe za pomocą oscyloskopu. Oscyloskop podłączyć do punktu połączenia kondensatora C8 i rezystora R17. Włączyć zakres 1 i sprawdzić występowanie przebiegu sinusoidalnego o amplitudzie około $0,6 \text{ V}$. Dobrać wartość rezystora R1 aby uzyskać stałą amplitudę przebiegu w całym zakresie przesłaniania z jak najmniejszymi zniekształceniami. Przy największej pojemności kondensatora zmiennego (płytki rotora umieszczone całkowicie między płytkami statora) dostroić indukcyjność L1 tak aby uzyskać dolną częstotliwość zakresu (100 kHz). Przy najmniejszej pojemności kondensatora zmiennego trymerem C1 ustalić górną częstotliwość zakresu (350 kHz). Operację tą powtórzyć kilkakrotnie. Takie same zabiegi dobierania rezystorów R2÷R5 i dostrajania odpowiednich cewek i trymerów wykonać dla każdego z zakresów. Może okazać się że pojemność trymera

jest zbyt mała i wtedy należy równolegle podłączyć kondensator stały o odpowiednio dobranej pojemności. W płytce drukowanej przewidziano miejsce na zamontowanie takich kondensatorów.

Po zestrojeniu generatora przystępujemy do regulacji modulatora. Włączamy zakres 1, potencjometr regulacji głębokości modulacji P1 skręcamy na minimum a potencjometr regulacji napięcia w.cz. P3 na maksimum. Oscyloskop podłączyć do punktu łączącego rezystory R28 i R29. Regulując rezystorem nastawnym P2 uzyskać napięcie o wartości maksymalnej 210 mV (wartość skuteczna 150 mV). Potencjometr P1 ustawić na maksimum. Podstawę czasu oscyloskopu dostosować do zaobserwowania obwiedni przebiegu o częstotliwości 1 kHz i uzyskać synchronizację przebiegu. Dobierając rezystor R16 uzyskać głębokość modulacji zbliżoną do 100%. Odpowiednie przebiegi są przedstawione na rys.4.



Rys.4 Sygnał wyjściowy: a) bez modulacji (fala nośna), $m = 0\%$, b) z modulacją, $m = 100\%$.



Rys.5 Przykładowy widok płyty czołowej

Przy wystąpieniu zniekształceń obwiedni (niesymetrii) należy zmniejszyć napięcie wyjściowe bez modulacji i ponownie dobrać rezystor R16.

Skręcić potencjometr P1 na minimum i regulując potencjometrem P3 ustawić napięcie wyjściowe w punkcie połączenia rezystorów R28 i R29 o wartości maksymalnej 141 mV (100 mV wartości skutecznej). Regulując rezystorem nastawnym P4 ustawić wychylenie wskaźnika napięcia wyjściowego na około 4/5 skali. Punkt ten zaznaczyć na skali wskaźnika ewentualnie wykorzystać istniejące punkty na skali.

Zmniejszając napięcie wyjściowe z generatora przy jednoczesnej obserwacji na oscyloskopie można wyskalować wskaźnik napięcia wyjściowego.

Sprawdzić działanie dzielnika napięcia wyjściowego przez obserwację napięcia na wyjściu dzielnika przy przełączaniu kolejnych tłumień.

Przed zamontowaniem płytek generatora i dzielnika w obudowie należy je umieścić w ekranach wykonanych z blachy stalowej cynowanej o grubości 0,35 mm lub z blachy mosiężnej czy miedzianej o podobnej grubości. Dzielnik połączyć z generatorem za pomocą krótkiego odcinka przewodu koncentrycznego. Podobnie gniazdo wyjściowe w.cz. z dzielnikiem. Przykładowy widok płyty czołowej generatora ze skalą analogową przedstawiono na rys.5.

Po zamontowaniu płytki generatora w obudowie z analogową skalą częstotliwości trzeba generator wyskalować. Niezbędny do tego celu jest miernik częstotliwości. Mierzac częstotliwość sygnału generatora należy zaznaczyć punkty częstotliwości na skali generatora. Operację tą należy wykonać dla dwóch sąsiednich zakresów np. dla 1 (100 kHz do 350 kHz) i 2 (300 kHz do 1100 kHz). Punkty pozostałych zakresów powinny pokrywać się z wyskalowanymi punktami po dokładnym dostrojeniu początkowych i końcowych częstotliwości zakresów.

Przy montażu miernika częstotliwości w obudowie generatora także należy go starannie zaekranować i filtrować napięcia zasilające. W przeciwnym przypadku zakłócenia impulsowe powstające przy pracy miernika częstotliwości mogą dodawać się do sygnału wyjściowego powodując zakłócanie pracy badanego urządzenia (odbiornika).

Zwrócić uwagę na zapewnienie wymogów bezpieczeństwa użytkowania przy montażu obwodów zasilania sieciowego. Jest to szczególnie istotne w związku

z dużymi powierzchniami ekranowanymi wewnątrz obudowy.

Wykaz elementów:

US1	– LM 7912 (79L12)
T1÷T3, T7	– BF 194
T4, T5, T8	– BC 308B
T6	– BF 245B
D1	– BZP 683C 6V8
D2, D3	– AAP 120
D4, D5	– BYP 150–50

R34÷R37	– 62 $\Omega/0,125$ W
R9	– 82 $\Omega/0,125$ W
R25, R29,	– 100 $\Omega/0,125$ W
R28	– 160 $\Omega/0,125$ W
R7, R21, R24, R27	– 220 $\Omega/0,125$ W
R32, R33	– 510 $\Omega/0,125$ W
R30, R31	– 560 $\Omega/0,125$ W
R5	– 820 $\Omega/0,125$ W
R6, R8, R11, R26	– 1 k $\Omega/0,125$ W
R17	– 2,2 k $\Omega/0,125$ W
R10	– 3,6 k $\Omega/0,125$ W
R13÷R16, R19, R22	– 10 k $\Omega/0,125$ W
R4	– 15 k $\Omega/0,125$ W
R18, R22	– 33 k $\Omega/0,125$ W
R12, R23	– 47 k $\Omega/0,125$ W
R3	– 68 k $\Omega/0,125$ W
R2	– 100 k $\Omega/0,125$ W
R1	– 180 k $\Omega/0,125$ W
P3	– 1 k Ω -A PR-185
P1	– 4,7 k Ω -A PR-185
P4	– 4,7 k Ω TVP 1232
P2	– 47 k Ω TVP 1232
C1÷C5	– trymer KCD-7d 5/20 pF
C20	– 15 pF/ KCP
C19	– 22 pF/ KCP
C23	– 47 pF/ KCP
C6, C21, C25, C26	– 10 nF/25 V KFPf
C14÷C16	– 10 nF/63 V KSF-020

C9	– 22 nF/25 V KFPf
C8, C11, C22, C24	– 47 nF/25 V KFPf
C29, C30	– 100 nF/63 V MKSE-20
C7	– 220 nF/63 V MKSE-20
C12, C18, C27	– 2,2 μ F/40 V 04/U
C10	– 47 μ F/16 V 04/U
C31	– 100 μ F/16 V 04/U
C28	– 470 μ F/25 V 04/U
Cz	– kond. obrotowy 83.1.6.21.1.BA
L1	– cewka 7x7 305 (316)
L2	– cewka 7x7 306 (309)
L3	– cewka 7x7 332
L4	– cewka 7x7 440 (441)
L5	– cewka 7x7 w/g opisu
Dł1	– dławik w.cz. w/g opisu
WSK	– wskaźnik dostrojenia 100 μ A
TS	– transformator sieciowy 2x15 V/ 100 mA
B1	– WTAT 250 V 63 mA
WŁ1	– segment sieciowy Isostat
płytką drukowaną numer 217	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: 3,96 zł (39.600 zł) + koszty wysyłki.

◇ R.K.

Zakłócenia i ich redukcja cz. 4

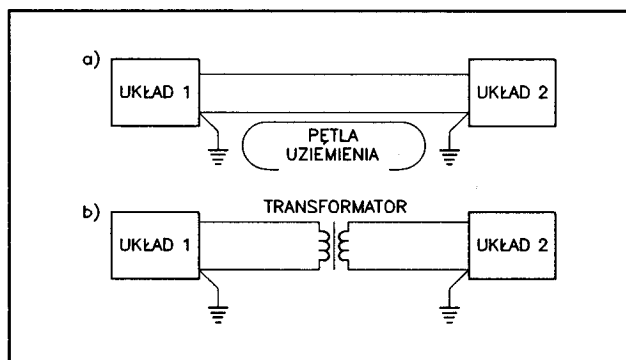
Separacja i symetryzacja

Separację stosuje się dla przerywania pętli uzimienia, a symetryzację dla wyeliminowania zakłóceń wspólnych indukowanych w przewodach sygnałowym i powrotnym. Zabiegi te pozwalają na redukcję zakłóceń indukowanych w liniach przesyłowych np. w kablu mikrofonowym.

Separacja

Uziemienie obu końców kabla przesyłowego powoduje powstanie pętli uzimienia w której mogą indukować się zakłócenia wprowadzane następnie do obwodu sygnałowego. Pętla uzimienia może zostać przerywana przez rozłączenie obwodu uzimienia przy jednoczesnym przekazywaniu sygnału. Metoda ta nosi nazwę separacji. Wykorzystuje się do tego celu urządzenia elektroniczne umożliwiające przekazywanie energii przy jednoczesnym oddzieleniu obwodów wejściowego i wyjściowego. Do takich urządzeń należą transformator i tzw. sprzęgacz optyczny. Ograniczone pasmo częstotliwości w jakim mogą pracować te urzą-

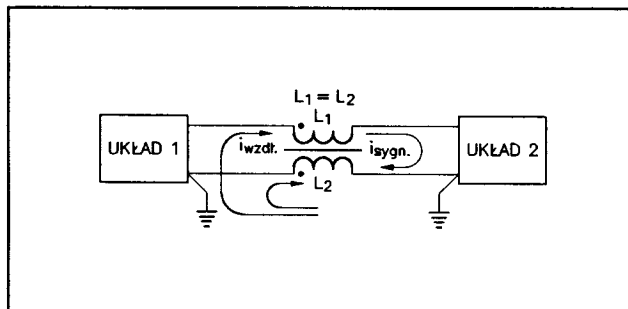
dzenia nie jest przeszkodą, ponieważ separację stosuje się w obwodach niskich częstotliwości. Przykład wykorzystania transformatora jako separatora przedstawiono na rys.1.



Rys.1 Zastosowanie transformatora separującego

Jak łatwo zauważyć zastosowanie transformatora separującego przerywa pętlę uzimienia, ale jednocześnie eliminuje przepływ prądu stałego, jak i prądu o bardzo małej częstotliwości. W niektórych obwodach wymagane jest przejście dla prądu stałego i zastoso-

wanie transformatora separującego w pokazanej wersji jest niemożliwe. Nie jest to jednak sytuacja bez wyjścia. Separację można uzyskać także przez podłączenie transformatora wzdłużnie z sygnałem (poprzednie połączenie można nazwać „poprzecznym”). W połączeniu tym transformator nazywany jest dławikiem wzdłużnym, lub symetryzatorem. Takie połączenie przedstawiono na rys.2.

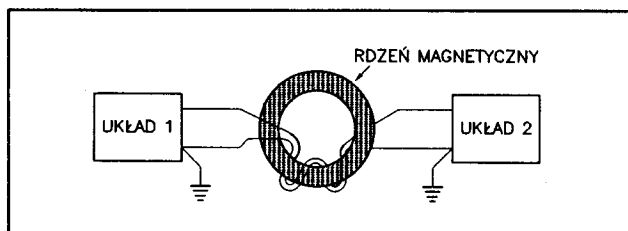


Rys.2 Dławik wzdłużny

Uzwojenia transformatora przenoszą teraz składową stałą i stanowią małą impedancję dla sygnału. Dla zakłóceń wzdłużnych (sumacyjnych), tzn. o jednakowym prądzie i tym samym kierunku, indukowanych w obu przewodach sygnałowych, uzwojenia transformatora stanowią dużą impedancję. Efekt ten uzyskuje się przez zastosowanie transformatora o jednakowych uzwojeniach (symetrycznych) i stąd nazwa symetryzator.

Prąd sygnału płynie przez uzwojenia w odwrotnych kierunkach i indukowane wzajemnie w nich napięcia znoszą się powodując jedynie minimalny spadek sygnału wynikający z niedoskonałości transformatora. Należą do nich: brak idealnej symetrii, rezystancja uzwojeń i straty energii w transformatorze.

Prąd wzdłużny może powstać w wyniku sprzężenia magnetycznego w pętli uziemienia, lub różnicy napięć między punktami uziemień. Prąd ten jest jednakowy w obu uzwojeniach i indukowane wzajemnie w nich napięcia dodają się dając efekt zwiększenia indukcyjności uzwojenia o indukcyjność wzajemną ($L+M$). Przy odpowiednio dużej częstotliwości zakłóceń następuje redukcja prądu zakłóceń. Transformator powinien być odpowiednio duży, aby nie ulegał nasyceniu, gdyż wtedy efekt jego działania zostanie ograniczony.



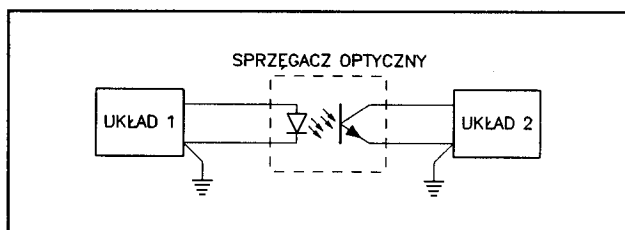
Rys.3 Praktyczna realizacja dławika wzdłużnego

Dławik wzdłużny może być łatwo wykonany np. przez nawinięcie przewodów łączących dwa obwody dookoła rdzenia magnetycznego. Przykład praktycznej

realizacji przedstawiono na rys.3, gdzie przewód sygnałowy (może to być także przewód koncentryczny) został nawinięty na magnetycznym rdzeniu toroidalnym.

W podobny sposób wykonuje się także filtry zakłóceń dostających się do urządzenia lub wydostających z niego drogą zasilania sieciowego. Zamiast przewodu sygnałowego nawija się na ferrytowym rdzeniu toroidalnym przewód sieciowy. Jest to dość często spotykane rozwiązanie w zasilaczach impulsowych. Przewody sygnałowe z więcej niż jednego obwodu mogą być nawinięte na tym samym rdzeniu bez wzajemnego przenikania. Rozwiązanie takie stosowane jest w telefonii, gdzie transformator separujący przenosi 25÷50 sygnałów.

Powszechnie stosowanym elementem separującym jest tzw. sprzęgacz optyczny. Składa się on z diody elektroluminescencyjnej podłączonej do źródła sygnału i sprzężonej z nim optycznie fotodiody lub fototranzystora, czy tyrystora. Prąd sygnału przepływając przez diodę elektroluminescencyjną powoduje jej świecenie i przez sprzężenie optyczne zmianę prądu płynącego przez fotodiodę lub fototranzystor. Przyrządy te umieszcza się w jednej obudowie i fotodiodę lub fototranzystor podłącza się do odbiornika sygnału. Sprzęgacz optyczny zapewnia doskonałą izolację obwodów i nawet może być stosowany dla oddzielenia obwodów niebezpiecznych. Zastosowanie sprzęgacza optycznego do separacji obwodów przedstawiono na rys.4.



Rys.4 Sprzęgacz optyczny

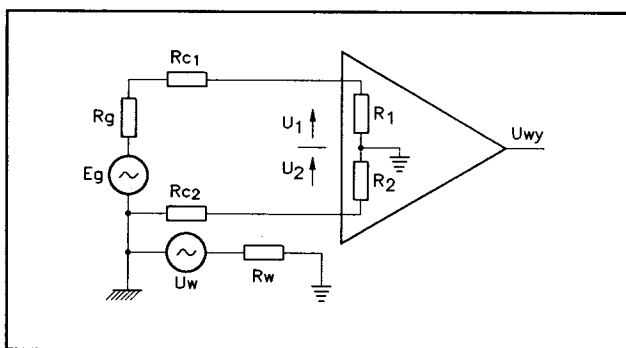
Sprzęgacze optyczne są szczególnie użyteczne w układach cyfrowych. Stosowanie ich w układach analogowych napotyka na trudności ze względu na dużą nieliniowość i zniekształcanie sygnału. Jako swego rodzaju sprzęgacz optyczny można traktować linię światłowodową. Powszechnie jest znana jej odporność na zakłócenia elektryczne i magnetyczne, co preferuje jej stosowanie w miejscach o dużym natężeniu zakłócających pól elektromagnetycznych.

Symetryzacja

Obwód symetryczny (zrównoważony) to obwód dwuprzewodowy, w którym obydwa przewody sygnałowe i przyłączone do nich obwody mają taką samą impedancję w odniesieniu do uziemienia i innych przewodów. Dzięki symetryzacji uzyskuje się jednokowe przenikanie zakłóceń do obu przewodów, co pozwala na zredukowanie sygnału zakłócającego

wzdłużnego (wspólnego) na obciążeniu. Symetryzacja zastosowana wraz z ekranowaniem pozwala na zredukowanie zakłóceń do poziomu niższego jaki daje samo ekranowanie. Jest także stosowana jako samodzielny sposób redukcji zakłóceń zamiast ekranowania.

Symetryzacja wykorzystuje właściwości wzmacniacza różnicowego polegające w idealnym przypadku na wzmacnianiu różnicy napięć podawanych na wejścia wzmacniacza i niereagowaniu wzmacniacza na tzw. sygnał wspólny (jednakowy), kiedy różnica jest równa zero. Zastosowanie wzmacniacza różnicowego i doprowadzenie do niego sygnału symetrycznego (względem uziemienia) daje zmniejszenie wpływu wzdłużnego (sumacyjnego) napięcia zakłóceń. Przykład zastosowania wzmacniacza różnicowego przedstawiono na rys.5.



Rys.5 Zastosowanie wzmacniacza różnicowego

W przykładzie tym wykorzystano wzmacniacz różnicowy z wyjściem pojedynczym (niesymetrycznym). Niesymetryczne jest także źródło sygnału. Źródło sygnału reprezentują siła elektromotoryczna E_g i rezystancja wewnętrzna R_g . Wzdłużne napięcie zakłóceń reprezentują źródło napięciowe U_w i rezystancja R_w . Rezystancje R_{c1} i R_{c2} przedstawiają rezystancje przewodów sygnałowych a rezystancje R_1 i R_2 rezystancje wejściowe wzmacniacza. Napięcie wyjściowe wzmacniacza będzie określone niżej podanym wzorem:

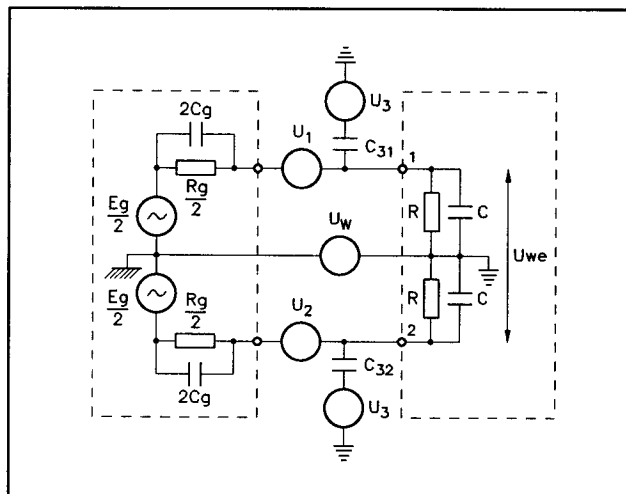
$$U_{wy} = A \cdot (U_1 - U_2)$$

gdzie: A – wzmacnienie różnicowe wzmacniacza

Jak łatwo zauważyć, w idealnym przypadku napięcie wzdłużne dodaje się jednakowo do obu napięć wejściowych wzmacniacza nie zmieniając ich różnicy. Praktycznie wskutek niesymetrii obwodu sygnałowego i samego wzmacniacza występuje jednak przenikanie sygnału wspólnego na wyjście wzmacniacza. Niesymetria obwodu sygnałowego objawia się tym, że napięcia zakłóceń dodające się do poszczególnych wejść są różne i wzmacniacz będzie sterowany ich różnicą. Symetria obwodu wejściowego wzmacniacza będzie tym lepsza im większe będą rezystancje wejściowe wzmacniacza i mniejsza rezystancja wewnętrzna źródła sygnału. Jeżeli wykorzystuje się

przewód sygnałowy symetryczny w ekranie to ekran powinien być uziemiony przy źródle sygnału.

Zastosowanie wzmacniacza różnicowego jest pierwszym krokiem w kierunku symetryzacji. Wadą przedstawionego na rys.5 rozwiązania jest wykorzystanie niesymetrycznego źródła sygnału. Symetryzacja źródła w odniesieniu do uziemienia pozwoli na całkowite zrównoważenie układu. Analizę w pełni symetrycznego obwodu wejściowego wzmacniacza różnicowego umożliwi nam schemat przedstawiony na rys.6.



Rys.6 Układ symetryczny z napięciami zakłóceń

Źródła napięciowe U_1 i U_2 reprezentują napięcia zakłóceń powstałe w przewodach sygnałowych w wyniku sprzężenia indukcyjnego. Źródło U_3 przedstawia napięcie zakłóceń sprzężone pojemnościowo z obwodem przez pojemności C_{31} i C_{32} . Różnica potencjałów uziemień między źródłem a obciążeniem jest reprezentowana przez U_w . Jeśli przewody 1 i 2 są przewodami skręconymi równe będą pojemności C_{31} i C_{32} i jednakowe będą napięcia zakłóceń wnoszone do obwodu sygnałowego wskutek sprzężenia pojemnościowego. Para przewodów skręconych zabezpiecza również przed sprzężeniem indukcyjnym. Tak więc zastosowanie pary przewodów skręconych może uchronić obwód przed oddziaływaniem zarówno pól magnetycznych jak i elektrycznych bez ekranu na przewodach. Zastosowanie ekranu jest jednak pożądane z uwagi na trudność w uzyskaniu idealnej symetrii.

Pary przewodów skręconych lub ekranowane pary przewodów skręconych są stosowane w obwodach symetrycznych jako zrównoważone naturalnie. Przewód koncentryczny jest natomiast przewodem naturalnie nie zrównoważonym. Chcąc zastosować przewód koncentryczny w obwodzie symetrycznym należy zastosować dwa, jednakowe i o jednakowych długościach przewody koncentryczne.

Różnica potencjałów uziemień U_w wytwarza równe napięcia na zaciskach wejściowych wzmacniacza. Napięcia te znoszą się, nie wytwarzając napięcia za-

kłóceń sterującego wzmacniacz. Oczywiście tak będzie w sytuacji idealnej, przy idealnej symetryzacji układu.

Stopień symetryzacji lub współczynnik tłumienia sumacyjnego (CMRR – Common Mode Rejection Ratio) jest określany jako stosunek napięcia zakłóceń wzdlużnego (sumacyjnego) do wytwarzanego przez nie różnicowego napięcia zakłóceń (między wejściami wzmacniacza). Wyrażany jest on najczęściej w decybelach (dB).

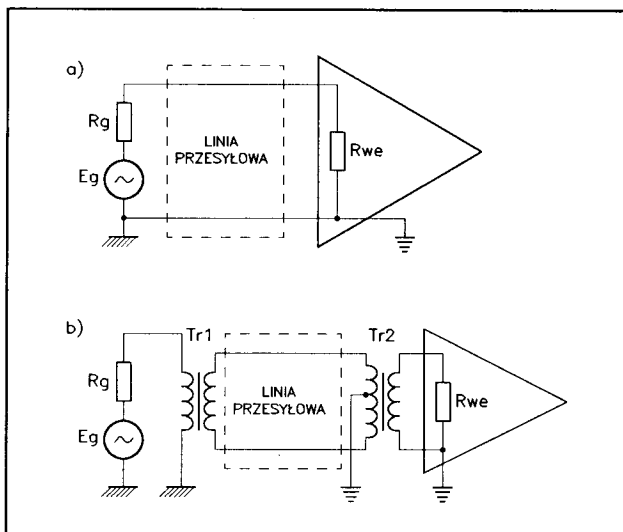
Im lepsze jest zrównoważenie, tym mniejszy jest wpływ zakłóceń. Przy idealnej symetryzacji do układu nie będą przenosiły się żadne zakłócenia. W dobrze zaprojektowanym układzie należy spodziewać się współczynnika tłumienia sumacyjnego rzędu 60÷80 dB.

Symetria układu zależy od symetryzacji źródła, symetryzacji doprowadzeń sygnału i obciążenia jak również od zrównoważenia wszystkich impedancji rozproszonych. Zrównoważenie musi więc być uzyskane dla składowych rezystancyjnych jak i składowych reaktancyjnych (indukcyjności i pojemności). Poziom zakłóceń wnoszonych do obwodu symetrycznego zależy od stopnia symetryzacji i jest wprost proporcjonalny do wielkości wzdlużnego napięcia zakłócającego. Zmniejszenie napięcia wzdlużnego można uzyskać przez właściwe ekranowanie i uziemienie na jednym końcu przewodu.

Symetria obwodów zależy także od częstotliwości. Trzeba brać pod uwagę zarówno częstotliwości sygnału jak i częstotliwości możliwych zakłóceń. Trudniej jest uzyskać dobre zrównoważenie przy wyższych częstotliwościach z uwagi na większy wpływ sprzężeń pojemnościowych. Ograniczone jest też zastosowanie scalonych wzmacniaczy różnicowych. Przy wysokich częstotliwościach zazwyczaj muszą być one realizowane na elementach dyskretnych i uzyskiwany stopień symetrii będzie znacznie mniejszy.

Chcąc uzyskać dobre zrównoważenie układu należy stosować elementy o znacznie lepszej symetrii od wymaganej przez cały układ.

Najbardziej wrażliwe na indukowanie się zakłóceń są przewody sygnałowe i nawet przy niesymetrycznym źródle i obciążeniu (wejściu wzmacniacza) można podjąć się symetryzacji linii przesyłowej. Przedstawia to rys.7.



Rys.7 Symetryzacja linii przesyłowej

Wymagane jest do tego celu zastosowanie dwóch transformatorów. Transformator Tr_1 stosowany w pobliżu źródła sygnału umożliwia przejście sygnału z niesymetrycznego na symetryczny. Transformator Tr_2 stosowany w pobliżu wejścia wzmacniacza umożliwia przejście z symetrycznego obwodu sygnałowego na sygnał niesymetryczny wymagany do sterowania wzmacniacza. Możliwe są także kombinacje układu np. symetryzacja sygnału (Tr_1) i zastosowanie wzmacniacza różnicowego lub symetryzacja wejścia wzmacniacza niesymetrycznego za pomocą transformatora Tr_2 przy niesymetrycznym źródle sygnału. Transformatory dodatkowo przerywają pętlę uziemienia a więc w sumie uzyskujemy w tym układzie symetryzację wraz z separacją.

◇ R.K.

Elektroniczny "dzwonek" do telefonu

Cisza i spokój, pełny relaks. Nagle słyszymy stresujący dźwięk, hałaśliwego telefonicznego dzwonka. Jeszcze do niedawna większość aparatów telefonicznych posiadała dzwonek służący do przywołania abonenta. Dziś aparaty posiadają różnego typu elektroniczne sygnalizatory akustyczne. Jedno z takich rozwiązań chciałbym Wam zaprezentować.

Wysyłany z centrali prąd wywoławczy, uruchamia umieszczony w aparacie dzwonek lub sygnalizator

akustyczny. Jako prąd wywoławczy, zwany również prądem dzwonienia, jest stosowany prąd przemienny o częstotliwości 25 Hz.

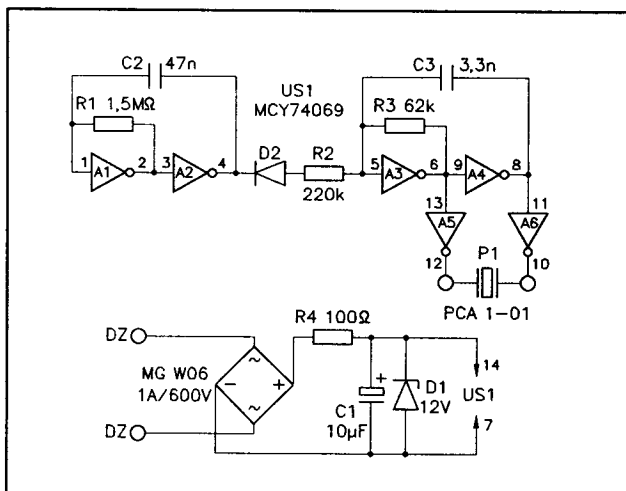
Najmniejsza wartość prądu potrzebna do uruchomienia dzwonka na prąd przemienny jest znacznie większa od wartości prądu uruchomienia dzwonka na prąd stały. Jednak w systemie zasilania z centrali, zastosowanie prądu stałego nie byłoby w ogóle możliwe. Więc przy zasilaniu prądem przemiennym dzwonek w aparacie telefonicznym, powinien mieć odpowiednią czułość.

Zwiększenie czułości dzwonka na prąd przemienny uzyskano dzięki zastosowaniu w obwodzie cewki, nieruchomego magnesu. Dlatego też dzwonki te nazywane są dzwonekami polaryzacyjnymi. Prąd przemienny przepływający przez uzwojenia cewek powoduje magnesowanie się kotwicy, przy czym jej biegunowość zmienia się z częstotliwością prądu wzbudającego. Przy każdej zmianie położenia kotwicy, umocowany do niej młoteczek uderza w jedną z czasz. Na jeden okres prądu przemiennego przypadają więc dwa uderzenia dzwonka.

Dodatkowe elementy, takie jak : kotwica, oś kotwicy, młoteczek, czasze dzwonek, itd., to tylko niektóre z elementów tego ciekawego urządzenia, którego konstrukcję chciałem Wam przybliżyć i przypomnieć. Proponowany układ jest prostą konstrukcją elektroniczną, składającą się z jednego układu scalonego i paru elementów zewnętrznych.

Opis układu

Układ sygnalizatora zbudowany został z wykorzystaniem inwerterów CD 4069. Inwertery A1 i A2 pracują w układzie multiwibratora. Przebieg częstotliwości z jego wyjścia (negator B) bramkuje pracę generatora częstotliwości akustycznych, zbudowanego z inwerterów A3 i A4. Dioda D2 i rezystor R2, włączone między wyjście multiwibratora taktującego, a multiwibrator częstotliwości akustycznych, powodują modulację częstotliwości. Oznacza to, że gdy na wyjściu inwertera A2 pojawi się "0" logiczne, to częstotliwość multiwibratora akustycznego będzie malała. W momencie pojawienia się "1" logicznej multiwibrator pracuje w sposób ciągły. Duża częstotliwość pracy multiwibratora taktującego powoduje, że zmiany te są prawie nie słyszalne. Częstotliwość taktującą oraz akustyczną możemy dobrać indywidualnie, zmieniając wartość pojemności kondensatorów C2 i C3.



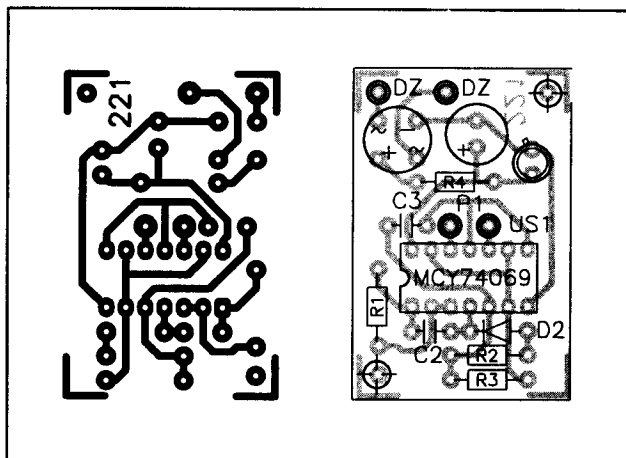
Rys.1 Schemat ideowy sygnalizatora do telefonu

Przetwornik piezoelektryczny włączony jest pomiędzy wyjścia inwerterów A5 i A6, podobnie jak ma to miejsce we wzmacniaczu mostkowym. Dzięki takiemu

rozwiązaniu zwiększa się głośność pracy przetwornika piezoelektrycznego.

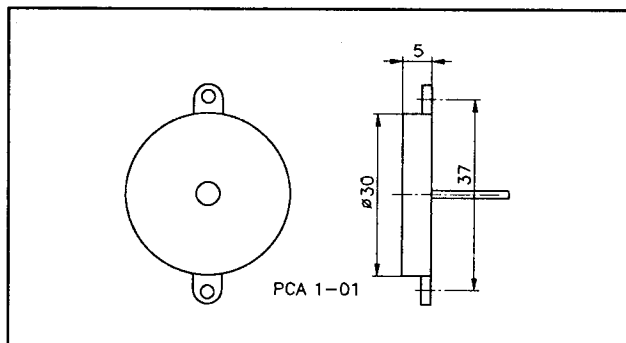
Zastosowanie przetwornika piezoelektrycznego typu „SOUNDER” zapewnia przyjemny dźwięk o odpowiedniej głośności. W przypadku trudności z nabyciem takiego przetwornika, można zastosować inny przetwornik piezoelektryczny z wbudowanym generatorem akustycznym o częstotliwości 5 kHz. Jednak zmniejszy się częstotliwość oraz głośność pracy tego urządzenia.

Ponieważ zastosowany układ scalony serii CMOS zasilany jest napięciem stałym, na zaciskach zasilania „DZ” układu, włączony został prostownik w układzie Greatz'a. Napięcie dzwonienia ma amplitudę kilkunastu woltów (ok. 60 V), dlatego też zastosowany został stabilizator parametryczny w postaci diody Zennera.



Rys.2 Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów

Układ po zmontowaniu jest gotowy do pracy. Przed włączeniem go w obwód aparatu telefonicznego, sprawdzamy jego działanie, podłączając przewody zasilania (DZ) do zasilacza prądu stałego (+15 V). Po sprawdzeniu prawidłowości działania, przystępujemy do zamontowania sygnalizatora wewnątrz aparatu.



Rys.3 Przetwornik piezoelektryczny PCA 1-01

Wykręcony dzwonek z podstawy aparatu, pozostawił sporo miejsca. Płytke drukowaną sygnalizatora przykręcamy do podstawy aparatu telefonicznego. Przetwornik, połączony z płytką przewodami, przykręcamy w miejscu zapewniającym jego głośną pracę

(przy otworach w części podstawy aparatu). Regulację głośności możemy dokonać, zastaniając lub odsłaniając przednią część przetwornika. Zasuwkę można wykonać z kawałka płaskiego i cienkiego tworzywa sztucznego.

Wykaz elementów

US1	– MCY 74069 (CD 4069)
MG	– mostek Greatz'a MG W06 1 A/600 V
D1	– BZP 650 C12
D2	– BAVP 17
R4	– 100 Ω /0,25 W
R3	– 62 k Ω /0,125 W

R2	– 220 k Ω /0,125 W
R1	– 1,5 M Ω /0,125 W
C1	– 10 μ F/25 V 04/U
C2	– 47 nF/63 V KFP
C3	– 3,3 nF/63 V KFP
PIEZO	– przetwornik piezoelektryczny (SOUNDER) PCA-1-01 80 dB 3,3 kHz
płytką drukowaną numer 221	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: 0,90 zł (9.000 zł) + koszty wysyłki.

✧ Ireneusz Konieczny

Zasady prenumeraty

Prenumeratę przyjmujemy począwszy od dziesiątego numeru za rok 1995 – po otrzymaniu przez Wydawnictwo ARTKELE kuponu wpłaty. Aby mieć gwarancję, że prenumerata rozpocznie się od siódmego numeru prosimy dokonać wpłaty odpowiednio wcześniej, tak aby wypełniony kupon dotarł do Wydawnictwa w terminie do 20 września 1995.

Wypełniając kupon należy wpisać:

- kwotę (cyframi i słownie) równą wartości zamawianych numerów czasopisma.
- imię i nazwisko oraz adres (koniecznie z kodem pocztowym) prenumeratora. Prosimy o czytelne wy-

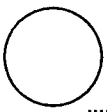
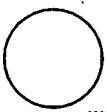
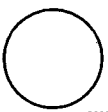
pełnienie kuponu, gdyż pozwoli to uniknąć pomyłek.

– odcinek przekazu „Pokwitowanie dla wpłacającego” prosimy zachować.

– zaprenumerowane egzemplarze czasopisma będą wysyłane na adres wskazany przez zamawiającego na odcinku przekazu „Odcinek dla posiadacza rachunku” w rubryce „Adres wysyłki”.

– Wydawnictwo ARTKELE nie ponosi odpowiedzialności za problemy wynikłe z błędnego wypełnienia przekazu.

Cena dla prenumeratorów wynosi 2,10 zł (21.000 zł) wraz z kosztami wysyłki za jeden egzemplarz pisma Praktyczny Elektronik do końca 1995 roku.

Pokwitowanie dla wpłacającego	Odcinek dla posiadacza rachunku	Odcinek dla banku
zł.....	zł.....	zł.....
słownie.....	słownie.....	słownie.....
wpłacający.....	wpłacający.....	wpłacający.....
dokładny adres.....	dokładny adres.....	dokładny adres.....
na rachunek:	na rachunek:	na rachunek:
ARTKELE ul. Prosta 11, 65-001 Zielona Góra	ARTKELE ul. Prosta 11, 65-001 Zielona Góra	ARTKELE ul. Prosta 11, 65-001 Zielona Góra
Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541
		
datownik podpis przyjm.	datownik podpis przyjm.	datownik podpis przyjm.
Oplata zł.....	Oplata zł.....	Oplata zł.....

Nowa karta zamówień

Wytnij i naklej na kartę pocztową (wysyłka karty pocztowej kosztuje mniej niż wysyłka listu, a nam ułatwia pracę).



Imię		Nazwisko	
ul./os.		Ulica (miejscowość, wieś)	
Kod pocztowy		Poczta (miejscowość)	
		Numer domu / posesji	

Wszystkie dane personalne wpisać literami drukowanymi

Płytki		Czasopisma		Kserokopie	
Numer	Ilość	Numer/rocznik	Ilość	Numer płytki	
	szt.		szt.		W przypadku zamawiania kserokopii artykułów prosimy o podanie numeru płytki drukowanej zamieszczonej w tym artykule. Jeżeli w artykule występują dwie płytki należy podać tylko numer jednej z nich). W przypadku artykułów w których nie występuje płytka drukowana należy podać tytuł artykułu i numer PE w rubryce UWAGI.
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		

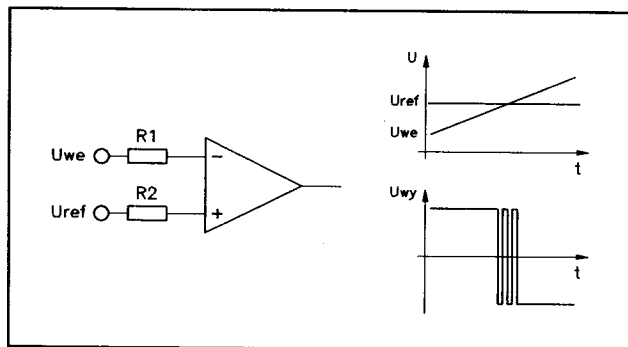
Uwagi:

Zamawiam prapnumeratę: «Praktyczny Elektronik» wybrany okres prapnumeraty zaznaczyć krzyżykiem IV kwartał 1995r. 6,30 zł Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 2,10 zł (21.000 zł)	Zamawiam prapnumeratę: «Praktyczny Elektronik» wybrany okres prapnumeraty zaznaczyć krzyżykiem IV kwartał 1995r. 6,30 zł Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 2,10 zł (21.000 zł)	Zamawiam prapnumeratę: «Praktyczny Elektronik» wybrany okres prapnumeraty zaznaczyć krzyżykiem IV kwartał 1995r. 6,30 zł Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 2,10 zł (21.000 zł)
ADRES WYSYŁKI:		
nazwisko (lub firma)		
ulica/numer domu		
-		
kod pocztowy		
miejscowość		
kupon ważny do 20.09.1995r.		

Włącznik wentylatora chłodnicy w samochodzie

Upalne lato daje się we znaki wszystkim, a zwłaszcza kierowcom. Podczas jazdy w mieście często zdarza się, że silnik osiąga wysoką temperaturę, co jest dla niego szkodliwe. Bardzo często włączniki termiczne stosowane w samochodach włączają wentylator zbyt wcześnie, lub zbyt późno. Artykuł przedstawia opis progowego włącznika termicznego. Może on znaleźć zastosowanie nie tylko w samochodzie, lecz także w lodówce, zamrażarce, akwarium, i innych miejscach gdzie wymagana jest regulacja temperatury. Układ nie jest skomplikowany i doskonale nadaje się do wykonania przez początkujących elektroników.

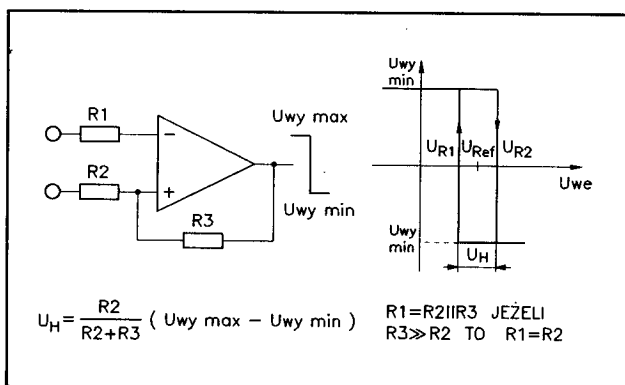
Regulacja temperatury, jak zresztą innych wielkości, polega na ciągłym, lub okresowym porównywaniu wartości temperatury w regulowanym obiekcie z temperaturą zadaną. Jeżeli nastąpiło obniżenie się temperatury w obiekcie, układ sterujący włącza ogrzewanie, a następnie wyłącza je po osiągnięciu zadanej wartości temperatury. W taki sposób można utrzymać stałą wartość temperatury. Oczywiście układy elektroniczne muszą posiadać elementy zamieniające wielkość nieelektryczną, jaką jest temperatura, na wielkość elektryczną np. napięcie, prąd, rezystancję itp. Jednym z popularniejszych elementów zamieniających temperaturę na wielkość elektryczną jest termistor, którego rezystancja może rosnąć, lub maleć wraz ze wzrostem temperatury. Termistory zmniejszające swoją rezystancję przy wzroście temperatury oznaczane są skrótem NTC (ang. Negative Temperature Coefficient – ujemny współczynnik temperaturowy). Znacznie mniej popularne są termistory o dodatnim współczynniku temperaturowym PTC.



Rys.1 Schemat komparatora bez pętli histerezy

Montując termistor w miejsce rezystora w największym dzielniku napięciowym otrzymamy układ zamieniający temperaturę na napięcie. Napięcie zależne od temperatury może być już w prosty sposób porównywane z napięciem wzorcowym, proporcjonalnym do wartości nastawionej temperatury. Porównanie to odbywa się w komparatorze, czyli wzmacniaczu

prądu stałego o bardzo dużym wzmocnieniu (rys.1). Funkcję komparatora może spełniać wzmacniacz operacyjny. Jeżeli wartość napięcia na wejściu odwracającym „-” jest niższa niż wartość napięcia na wejściu nieodwracającym „+” to wyjście komparatora znajduje się w stanie wysokim (w pobliżu dodatniego napięcia zasilania). W przeciwnym przypadku wyjście komparatora przechodzi w stan niski (bliski ujemnemu napięciu zasilania, lub bliski potencjałowi masy przy zasilaniu ze źródła o jednej polaryzacji). Napięcie porównywane oznaczono na rys.1 jako U_{we} , a napięcie wzorcowe jako U_{ref} . Oczywiście możliwa jest sytuacja kiedy napięcie U_{we} doprowadzone zostanie do wejścia nieodwracającego „+”, a napięcie U_{ref} do wejścia odwracającego „-”.



Rys.2 Klasyczny schemat komparatora z pętlą histerezy

Układ komparatora zamieszczony na rysunku 1 nie jest w praktyce stosowany, gdyż posiada on jedną istotną wadę. Jeżeli napięcie U_{we} zmienia się powoli, to w momencie zrównania się z napięciem U_{ref} komparator zaczyna oscylować, tzn. zmieniać stan wyjściowy z niskiego na wysoki i odwrotnie. Dzieje się tak głównie za sprawą zmiany prądów polaryzacji wejść komparatora i zakłóceń nałożonych na napięcie U_{we} i U_{ref} . Z tego też względu komparatory wyposażane są w dodatkowe dodatnie sprzężenie zwrotne powodujące powstawanie pętli histerezy (rys.2). Pętla histerezy sprawia, że zmiana stanu wyjścia komparatora ze stanu niskiego na wysoki następuje przy innej wartości napięcia wejściowego U_{R1} , niż zmiana stanu wysokiego na niski U_{R2} . Różnica pomiędzy tymi napięciami nazywana jest szerokością pętli histerezy U_H i podawana jest w woltach lub miliwoltach.

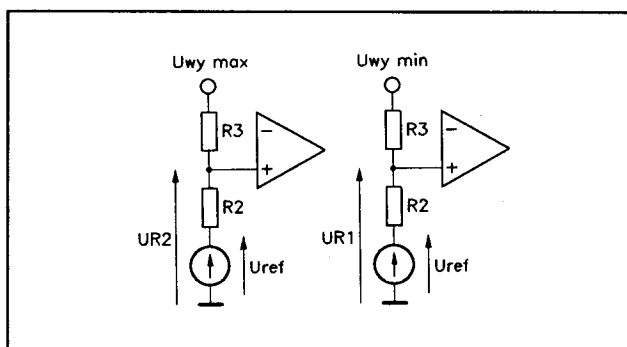
Zasada działania układu jest następująca. Jeżeli napięcie U_{we} jest niższe od napięcia U_{ref} , to wyjście komparatora jest w stanie wysokim. Powoduje to, że napięcie na wejściu nieodwracającym (dzięki dodatniemu sprzężeniu zwrotnemu wprowadzanemu przez rezystor $R3$) jest nieco wyższe niż napięcie U_{ref} . W chwili gdy napięcie U_{we} wzrośnie i przekroczy

wartość napięcia na wejściu „+” komparator zmienia swój stan na niski, co pociągnie za sobą niewielkie zmniejszenie napięcia na wejściu „+”. Będzie teraz ono nieco niższe niż napięcie U_{ref} . Aby nastąpiła ponowna zmiana stanu komparatora, napięcie U_{we} musi spaść poniżej wartości U_{R1} . Zostało to zilustrowane na rysunku 3. Wartość napięcia histerezy można obliczyć w oparciu o prosty wzór:

$$U_H [V] = \frac{R2 [k\Omega]}{R2 [k\Omega] + R3 [k\Omega]} \cdot (U_{wymax} [V] - U_{wymmin} [V]),$$

gdzie:

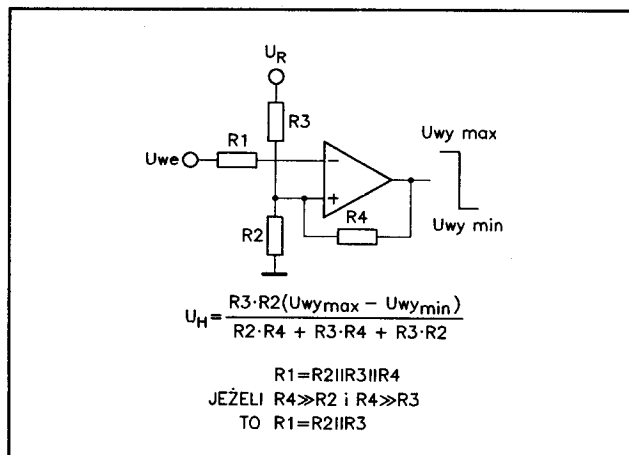
- U_H – szerokość pętli histerezy,
 U_{wymax} – wartość napięcia wyjściowego w stanie wysokim
 U_{wymmin} – wartość napięcia wyjściowego w stanie niskim



Rys.3 Schemat poglądowy ilustrujący zasadę pracy komparatora z pętlą histerezy

Wypada jeszcze zwrócić uwagę, że pętla histerezy nie musi być symetryczna w stosunku do napięcia referencyjnego (rys.2). Dzieje się tak tylko wtedy, jeżeli wartość napięcia referencyjnego jest dokładnie

w połowie pomiędzy napięciami U_{wymax} i U_{wymmin} . Dla minimalizacji temperaturowego napięcia niezrównoważenia komparatora wartości rezystancji „widziane” przez wejścia „+” i „-” powinny być jednakowe.



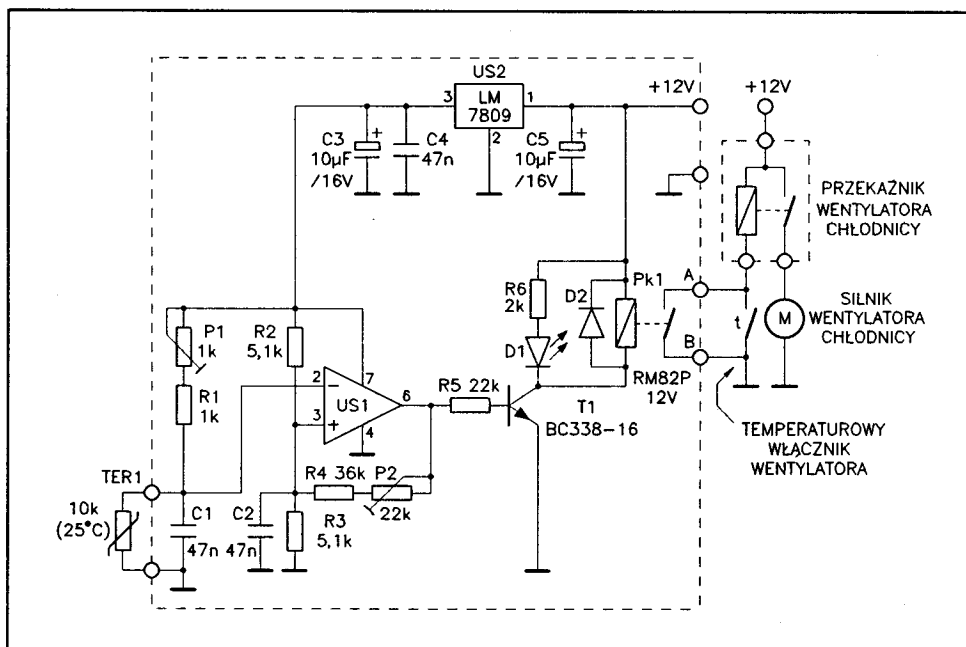
Rys.4 Schemat komparatora z pętlą histerezy wersja II

Inną odmianą komparatora z pętlą histerezy jest układ przedstawiony na rysunku 4. Napięcie referencyjne jest tutaj otrzymywane przez podział napięcia zasilającego. W takim przypadku wzór do obliczania szerokości pętli histerezy ulega komplikacji i ma postać:

$$U_H [V] = \frac{R2 \cdot R3 \cdot (U_{wymax} - U_{wymmin})}{R2 \cdot R3 + R2 \cdot R4 + R3 \cdot R4}$$

gdzie:

- U_H – szerokość pętli histerezy,
 U_{wymax} – wartość napięcia wyjściowego w stanie x wysokim
 U_{wymmin} – wartość napięcia wyjściowego w stanie niskim



Rys.5 Schemat ideowy regulatora temperatury

Na rysunku 5 zamieszczono schemat ideowy regulatora temperatury. Jako czujnik temperatury zastosowano termistor NTC (Ter1) o rezystancji 10 kΩ w temperaturze 25°C. W układzie komparatora identycznym jak pokazano to na rys.4 pracuje popularny i tani wzmacniacz operacyjny μA 741. Wejścia wzmacniacza operacyjnego zostały zablokowane kondensatorami C1 i C2 eliminującymi wpływ zakłóceń impulsowych. Z wyjścia komparatora, za pośrednictwem tranzystora T1 sterowany jest przełącznik Pk1. Dioda elektro-

luminescencyjna D1 informuje o stanie wyjścia układu. Świecenie się diody sygnalizuje o zwarcu styków przełącznika.

W komparatorze zastosowano możliwość regulacji temperatury przy której włącza się przełącznik. Funkcją elementu regulacyjnego pełni potencjometr montażowy P1. Regulacja taka jest niezbędna, gdyż termistory charakteryzują się stosunkowo dużym rozrzutem wartości rezystancji ok. 10%. Układ posiada także możliwość regulacji szerokości pętli histerezy przy pomocy potencjometru P2.

Na schemacie ideowym podano wartości elementów które pozwalają na pracę układu w automatycznym włączniku wentylatora chłodnicy. Temperatura płynu chłodzącego przy której włącza się wentylator może być regulowana potencjometrem P1 w zakresie ok. 80÷95°C. Natomiast zakres regulacji szerokości pętli histerezy wynosi ok. 3÷10°C.

Układ zasilany jest stabilizowanym napięciem +9 V pochodzącym z monolitycznego stabilizatora LM 7809 (US2). Prąd pobierany przez regulator nie przekracza 10 mA w stanie spoczynku (dioda i przełącznik są wtedy wyłączone).

Zastosowanie regulatora może być znacznie szersze. Doskonale nadaje się on do utrzymywania stałej temperatury w mieszkaniu, warsztacie, lub szklarni. Można go także wykorzystać do regulacji temperatury wody w akwarium, lub terrarium. Jeszcze innym zastosowaniem są różnego rodzaju lodówki i zamrażarki. Niestety rezystancja termistorów charakteryzuje się nieliniową zmianą wartości w funkcji temperatury. Z tego też względu wartości elementów R1, P1 ulegają zmianom w przypadku regulacji innych temperatur niż to podano powyżej. Chcąc ułatwić Czytelnikom dobranie wartości elementów, w tabeli 1 zamieszczono wartości R1 i P1 dla różnych wariantów wykonania regulatora i dla różnych wartości rezystancji termistora (rezystancje termistorów podano w temperaturze 25°C).

Tabela 1

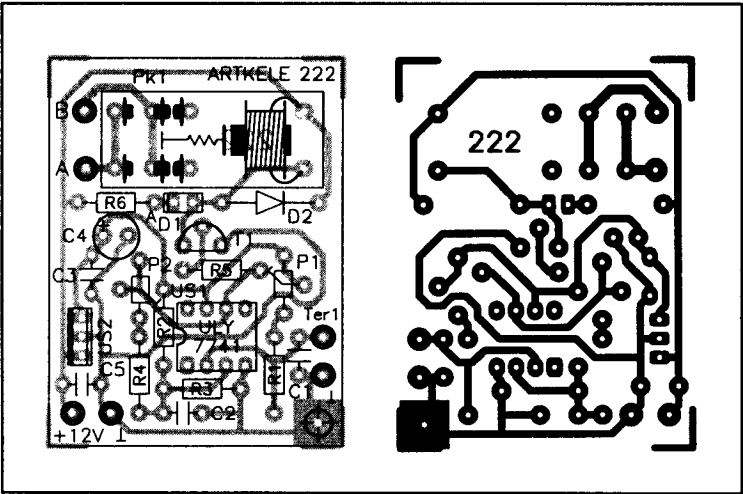
Wykaz wartości elementów w zależności od temperatury pracy regulatora i rezystancji termistora w temperaturze 25°C

Zakres temperatur pracy	Ter1	R1	P1
[°C]	[kΩ]	[kΩ]	[kΩ]
90 ±10	10	1	1
90 ±10	22	1,5	1
90 ±10	47	2,4	2,2
90 ±10	100	6,2	4,7
30 ±5	10	6,2	4,7
30 ±5	22	11	10
30 ±5	47	24	10
30 ±5	100	56	47

Zakres temperatur pracy	Ter1	R1	P1
[°C]	[kΩ]	[kΩ]	[kΩ]
20 ±5	10	8,2	4,7
20 ±5	22	18	10
20 ±5	47	39	22
20 ±5	100	82	47
0 ±5	10	6,2	4,7
0 ±5	22	47	47
0 ±5	47	100	100
0 ±5	100	180	100

Montaż i uruchomienie

Montaż układu nie wymaga specjalnych opisów. Samo uruchomienie urządzenia jest proste lecz pracochłonne. Poniżej zostanie zamieszczony opis uruchomienia regulatora wykonanego w wersji przeznaczonej do samochodu. Do uruchamiania niezbędny jest termometr o zakresie obejmującym temperatury 70–100°C i naczynie żaroodporne z wodą (może to być zwykły garnek).



Rys.6 Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów

Termistor należy zaizolować, tak aby nie przedostała się do niego woda. Następnie umieszcza się go w naczyniu z wodą ogrzaną do temperatury ok. 90°C. Potencjometr P1 ustawia się na minimum rezystancji, a P2 na maksimum rezystancji (największa pętla histerezy). Powoli zwiększając rezystancję potencjometru P1 należy doprowadzić do włączenia przełącznika i zapalenia się diody D1.

Regulacja szerokości pętli histerezy jest bardziej czasochłonna. Przed regulacją potencjometr P2 ustawia się na minimum rezystancji (najszersza pętla histerezy). Termistor powinien być umieszczony w wodzie o temperaturze 95°C, tak aby dioda D1 była zapalona. Naczynie z wodą zostawiamy, aby powoli stygło (nie jest wskazane chłodzenie wody przez dolewanie zimnej). Gdy temperatura wody spadnie do ok. 82°C należy powoli kręcąc potencjometrem P2 doprowadzić do zgaśnięcia diody D1.

Wskazane jest sprawdzenie poprawności ustawienia progu włączania i szerokości pętli histerezy. Można to uczynić podgrzewając powoli wodę o temperaturze początkowej ok. 60–80°C i mierząc jej temperaturę termometrem. Dioda D1 powinna się zapalić przy temperaturze 90°C, a zgasnąć po obniżeniu temperatury do 82°C. W razie potrzeby można przeprowadzić korekcję.

Opisana powyżej procedura regulacji może być stosowana dla innych wartości temperatur. Należy tylko pamiętać, aby regulację progu włączania przeprowadzać przy wzrastającej temperaturze, a regulację szerokości pętli przeprowadzać przy temperaturze opadającej.

Wyregulowany układ można zamontować w samochodzie. Termistor montuje się bezpośrednio na chłodnicy, w pobliżu odpływu wody, w miejscu osłoniętym od silnego przepływu powietrza. Należy zapewnić jak najlepszy kontakt termiczny z chłodnicą. W tym celu można zastosować smar silikonowy.

Na zakończenie można jeszcze dodać, że niektóre termistory posiadają metalowe obudowy, które można przykręcać. Zastosowanie takiego termistora znacznie ułatwi jego montaż.

Wykaz elementów

US1	– ULY 7741 (μ A 741)
US2	– LM 7809
T1	– BC 338-16 (BC 337-16)
D1	– LED kolor świecenia czerwony
D2	– BYP 401–50÷100 (1N4001+4007)
R1*	– 1 k Ω /0,125 W patrz opis w tekście
R6	– 2 k Ω /0,125 W
R3	– 5,1 k Ω /0,125 W
R5	– 22 k Ω /0,125 W
R4	– 36 k Ω /0,125 W
P1*	– 1 k Ω TVP 1232 patrz opis w tekście
P2*	– 22 k Ω TVP 1232 patrz opis w tekście
C4	– 47 nF/32 V KFP
C1, C2	– 470 nF/63 V MKSE-20 5a
C3, C5	– 10 μ F/16 V 04/U
Pk1	– RM 82P/12 V
Ter1	– termistor NTC 10 k Ω /25°C
płytką drukowaną numer 222	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: 0,90 zł (9.000 zł) + koszty wysyłki.

mgr inż. Dariusz Cichoński

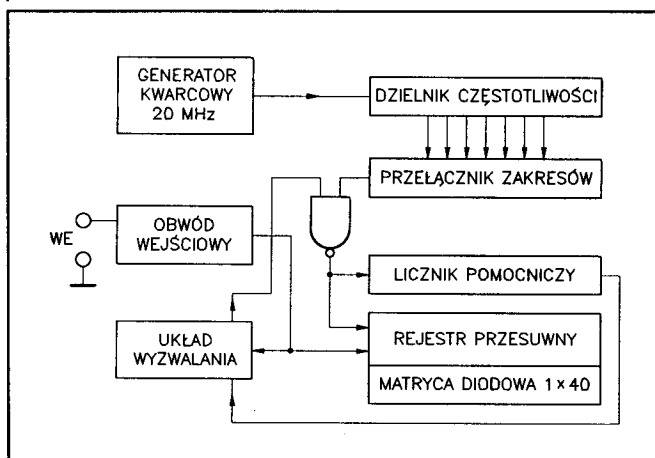
„Oscyloskop” do analizy przebiegów cyfrowych

Na łamach Praktycznego Elektronika często publikujemy opisy urządzeń cyfrowych. Wynikła zatem potrzeba zaprezentowania urządzenia umożliwiającego pomiar przebiegów cyfrowych. Urządzeniem tym jest „oscyloskop” opisany w niniejszym artykule. Możliwości pomiarowe urządzenia są bardzo duże, a zbudowanie go nie powinno przysporzyć większych problemów bardziej doświadczonym elektronikom. Sygnalizacja stanów logicznych odbywa się przy pomocy czterdziestu diod świecących.

Pomiary przebiegów cyfrowych przeprowadzane są najczęściej przy pomocy oscyloskopu. Umożliwia on zbadanie kształtu przebiegów, amplitudy, wypełnienia, zależności czasowych i fazowych, czasów narostu i opadania zboczy, oraz pomiar częstotliwości. Opiswane urządzenie pozwala na pomiar niektórych z przedstawionych powyżej wielkości.

W klasycznym oscyloskopie mierzone przebiegi wyświetlane są na ekranie lampy. Jedynka logiczna zobrazowana jest jako prosta pozioma kreska znajdująca się nad osią zerową. Podobnie zero logiczne wyświetlane jest w postaci poziomej kreski znajdującej się na osi zerowej. W opisywanym układzie ekran lampy oscyloskopowej został zastąpiony „linijką” (matrycą) składającą się z czterdziestu diod świecących. Jedynce logicznej odpowiada świecenie się diody, a zeru jej wygaszenie. Zatem urządzenie to

pozwala na zbadanie wszystkich wielkości przebiegu mierzonego związanych z czasem. Umożliwia ono zatem pomiar częstotliwości, współczynnika wypełnienia, i zależności fazowych.



Rys.1 Schemat blokowy „oscylloskopu”

Schemat blokowy „oscylloskopu” przedstawiono na rysunku 1. Wzorcem podstawy czasu jest generator kwarcowy pracujący z częstotliwością 20 MHz. Wraz z dzielnikami częstotliwości dostarcza on częstotliwości wzorcowe. Sterowany elektronicznie przełącznik zakresów umożliwia wybranie jednej z 18 podstaw czasu. Przebieg wzorcowy doprowadzany jest do bramki i dalej do wejścia zegarowego czterdziesto-

bitowego rejestru przesuwonego, oraz licznika pomocniczego. Do wejścia danych rejestru przesuwonego doprowadzone są ukształtowane w obwodzie wejściowym przebiegi mierzone. Pracą całego urządzenia steruje układ wyzwalania posiadający możliwość pracy automatycznej i wyzwalania pojedynczego.

Wybrane zbocze mierzonego przebiegu (narastające, lub opadające) powoduje wyzwolenie cyklu pomiarowego. Zostaje wtedy otwarta bramka i wyzerowany licznik pomocniczy i rejestr przesuwany. W takt sygnału zegarowego stany logiczne z wejścia zostają wpisywane do rejestru przesuwonego. Jednocześnie kolejne takty zegara zliczane są w liczniku pomocniczym, o pojemności takiej samej jak rejestr. W chwili gdy rejestr przesuwany zostanie zapełniony zapełni się także licznik pomocniczy. Spowoduje to zablokowanie bramki i zakończenie pomiaru. W zależności od trybu pracy „oscylloskop” może rozpocząć automatycznie następny pomiar, lub pozostanie on w stanie oczekiwania na ponowne wyzwolenie ręczne.

Opis układu

Na rysunku 2 zamieszczono schemat ideowy generatora, dzielników częstotliwości i elektronicznego przełącznika zakresów. Kvarcowy generator częstotliwości wzorcowej T1 zbudowano w układzie Colpittsa z podwajaniem częstotliwości. Pracuje on z rezonatorem kvarcowym o częstotliwości 10 MHz. Dokładne dostrojenie częstotliwości umożliwia trymer ceramiczny C1. W kolektorze tranzystora T1 umieszczony został obwód rezonansowy składający się z cewki L1 i szeregowo połączonych kondensatorów C5 i C6. Obwód dostrojony jest do częstotliwości 20 MHz. Zatem wydziela się na nim druga harmoniczna przebiegu podstawowego. Zastosowanie generatora z podwajaniem częstotliwości zostało podyktowane łatwością nabycia rezonatora kvarcowego 10 MHz. Za generatorem umieszczono wzmacniacz rezonansowy T2, L2, C7. Zapewnia on uzyskanie amplitudy zdolnej do wysterowania układów cyfrowych CMOS. Ponieważ amplituda przebiegu na wyjściu wzmacniacza rezonansowego może być większa od napięcia zasilania do jego wyjścia podłączono diody D1 i D2 ograniczające maksymalną wartość napięcia. Bramka A1 (1/4US5) służy do uformowania przebiegu 20 MHz poprawiając czasy narostu i opadania.

Z wyjścia bramki przebieg kierowany jest do dzielnika przez dwa 7413 (1/2US1) i dalej do dzielnika przez pięć zbudowanego na układzie 4520 (1/2US2). Zatem stopień podziału obu szeregowo połączonych dzielników wynosi dziesięć. Takie rozwiązanie pierwszego dzielnika umożliwia pracę przy częstotliwości 20 MHz, gdyż częstotliwość graniczna pracy dzielnika typu D 4013 jest ponad dwa razy większa od częstotliwości pracy dzielnika 4520. Dalej sygnał zostaje skierowany do czterech dzielników przez dziesięć 4518 (US3 i US4).

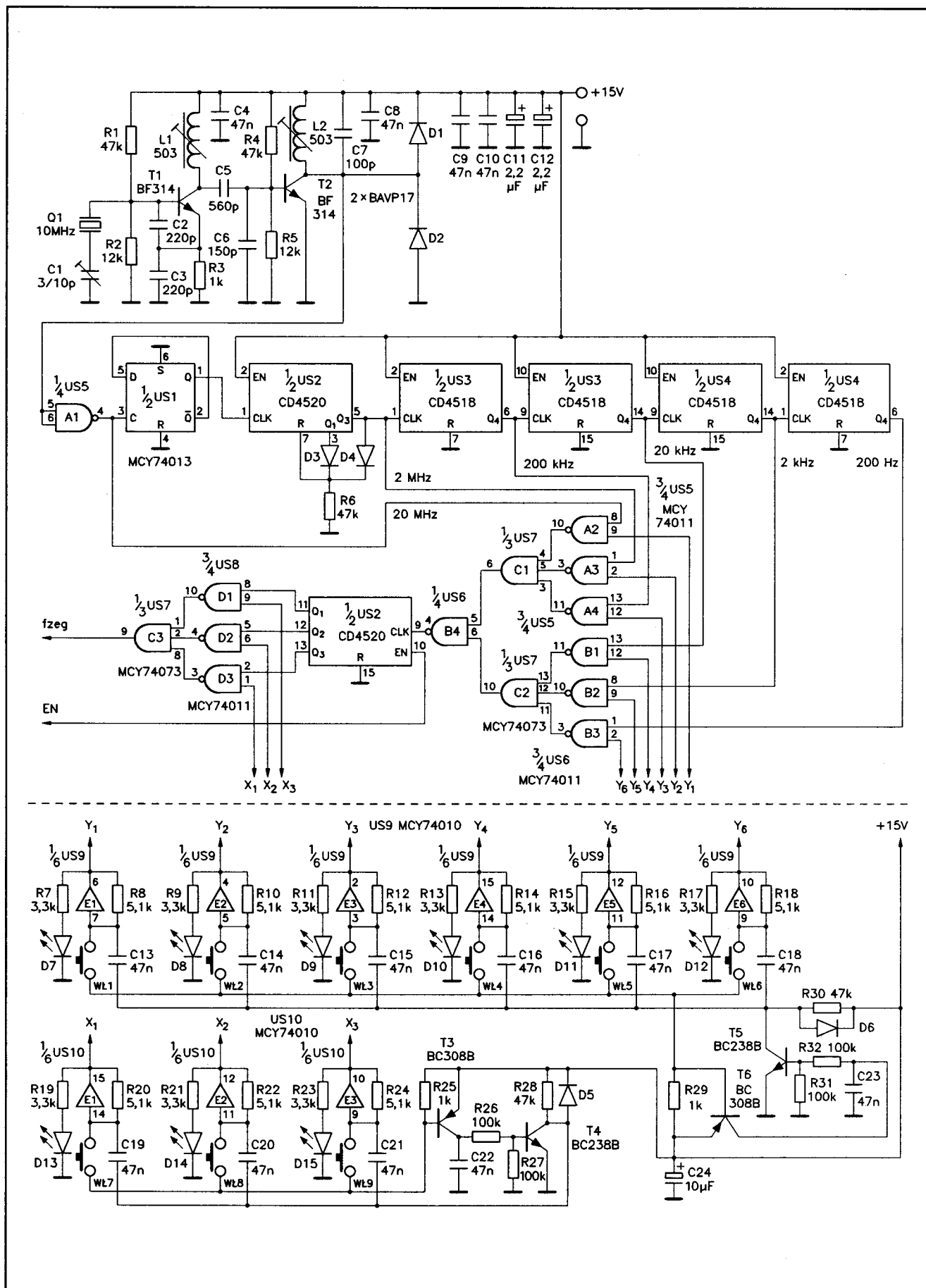
Z wyjść bloku dzielników otrzymuje się częstotliwości wzorcowe 20 MHz, 2 MHz, 200 kHz, 20 kHz, 2 kHz i 200 Hz. Sygnały te doprowadzone są do pierwszego multiplexera składającego się z bramek A2÷A4, B1÷B4, C1, C2. Na wyjściu multiplexera (bramka B4) otrzymuje się jedną z sześciu częstotliwości. Wyboru częstotliwości dokonuje się przez doprowadzenie jedynek logicznych do jednego z wejść sterujących multiplexera Y1÷Y1. Do pozostałych wejść doprowadzone jest zero logiczne.

Z wyjścia multiplexera przebieg zegarowy doprowadzony został binarnego dzielnika 4520 (1/2US2). Na trzech wyjściach tego dzielnika Q1, Q2, Q3 otrzymuje się przebiegi podzielone przez 2, 4, 8. Zostają one skierowane do drugiego multiplexera – bramki C3, D1÷D3. Multiplexer sterowany jest sygnałami X1, X2, X3. Podobnie jak w pierwszym multiplexersie doprowadzenie jedynek logicznych do jednego z wejść umożliwia włączenie kanału.

Na wyjściu przełącznika zakresów fzeg można zatem otrzymać jedną z osiemnastu częstotliwości (3X6). Dzielnik binarny US2 spełnia także funkcję bramki wyłączającej przebieg zegarowy fzeg. Posłużono się tu wejściem ENABLE. Doprowadzenie do niego zera logicznego powoduje zatrzymanie zliczania i w konsekwencji brak przebiegu na wyjściu fzeg.

Oba multiplexery sterowane są z bloku klawiatury oddzielonego na schemacie linią przerywaną. Klawiatura składa się z dwóch sekcji. Pierwsza sekcja zawierająca sześć włączników WŁ1÷WŁ6, steruje pierwszym multiplexersiem, a druga zawierająca trzy włączniki WŁ7÷WŁ9 steruje drugim multiplexersiem. W układzie klawiatury zastosowano bramki buforów 4010 (US6 i US7) pracujące w układach z samo podtrzymaniem. Wciśnięcie włącznika WŁ1 powoduje doprowadzenie za pośrednictwem rezystora R29 jedynek logicznych do wejścia bufora E1. Na jego wyjściu pojawia się wtedy jedynka logiczna, która jest doprowadzona z powrotem do wejścia za pośrednictwem rezystora R8. Powoduje to podtrzymanie bufora w stanie wysokim, co sygnalizowane jest zapaleniem się diody D7.

Jednocześnie w momencie zwierania się styków włącznika przez rezystor R29 przepływa prąd ładujący kondensator C13. Krótkotrwały przepływ prądu powoduje wysterowanie tranzystora T6 i naładowanie kondensatora C23. W konsekwencji tego tranzystor T5 zostanie wysterowany kilka mikrosekund i spowoduje zwarcie wszystkich kondensatorów C13÷C18 do masy. Pociąga to za sobą wyzerowanie wszystkich buforów. Czas przez który bufor są zerowane jest znacznie krótszy niż czas przyciśnięcia dowolnego włącznika, wynoszący kilka milisekund. Zatem bufor, którego włącznik został zwarty pozostanie w stanie jedynek logicznych, a pozostałe zostaną wyzerowane. Identyfikacyjnie zbudowana jest druga sekcja klawiatury, z tą tylko różnicą, że została ona ograniczona do trzech włączników.

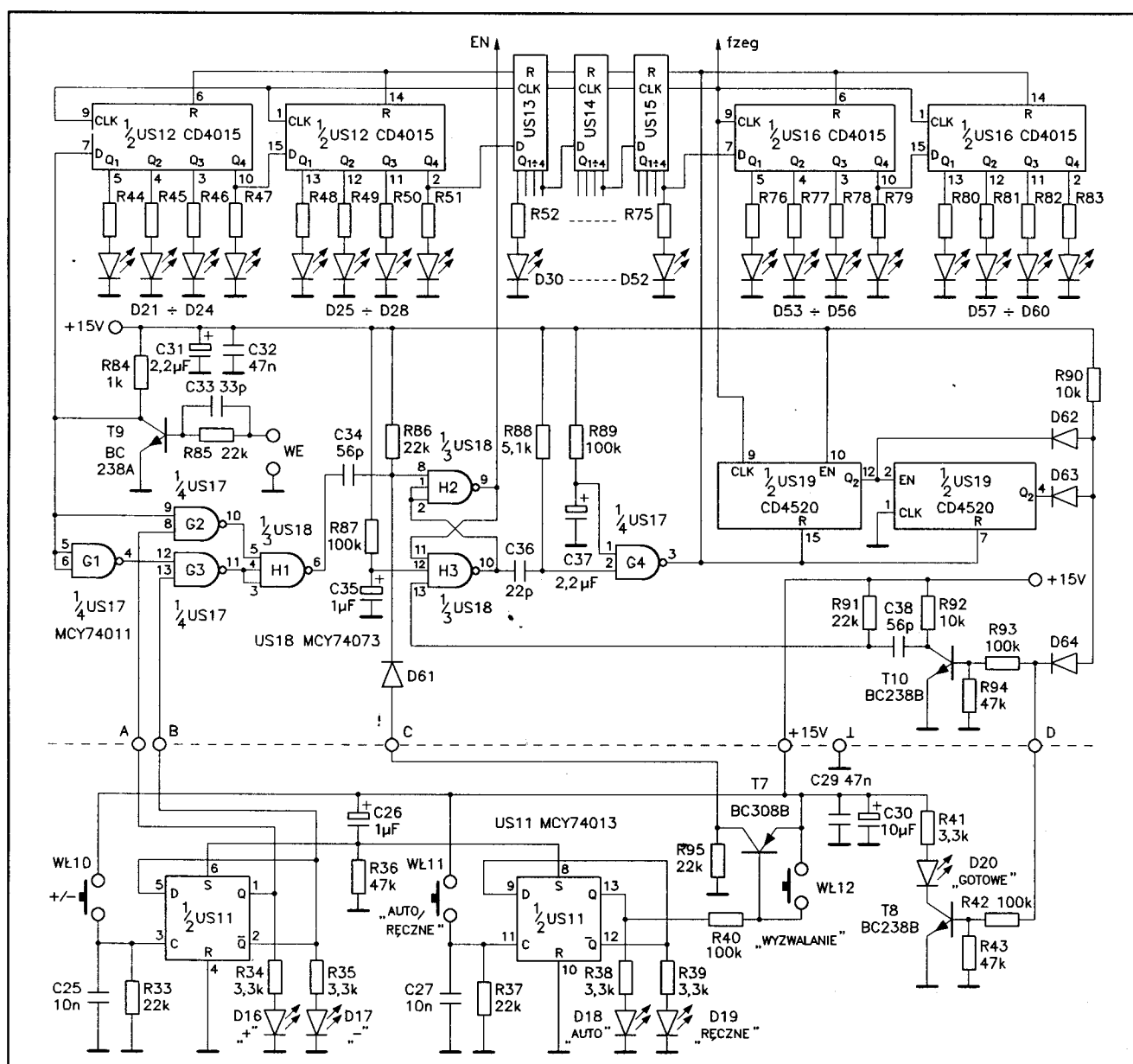


Rys.2 Schemat ideowy generatora, dzielników przełącznika elektronicznego i układu klawiatury

Na rysunku 3 zamieszczony został dalszy ciąg schematu ideowego. Zawiera on schemat rejestru przesunowego wraz z matrycą diodową, licznik pomocniczy, układ wyzwalania i obwód wejściowy. Sygnały z wejścia WE kształtowane są w prostym układzie tranzystorowym T8, dopasowującym amplitudę przebiegów mierzonych do poziomu +15 V odpowiadającego jedynie logicznej w „oscylloskopie”. Amplituda impulsów doprowadzonych do wejścia może zawierać się w przedziale +3÷15 V. Z kolektora T8 przebiegi kierowane są do wejścia D rejestru przesunowego, składającego się z pięciu szeregowo połączonych układów 4015 (US12÷US16). Do wyjść poszczególnych przerzutników dołączono diody LED, w taki sposób, że utworzyły one „linijkę” (matrycę 1x40). Natomiast do wejść CLK wszystkich układów US12÷US16 doprowadzono sygnał zegarowy z wyjścia ostatniego multipleksera.

Z kolektora T8 unormowany sygnał wejściowy doprowadzany jest także do układu wyzwalania. Przerzutnik D 4013 (1/2US11) współpracujący z włącznikiem WŁ10 steruje wyborem zbocza wyzwalającego. Jeżeli wyjście Q przerzutnika D jest w stanie wysokim, co jest sygnalizowane świeceniem się diody D16, bramka G2 (1/4US17) jest otwarta i „przepuszcza” przebieg mierzony. „Oscylloskop” jest w takim przypadku wyzwalany zboczem narastającym. Natomiast gdy wyjście Q przerzutnika jest w stanie niskim przebieg „przepuszczany” jest przez bramkę G3. W drugim przypadku faza przebiegu jest jednak odwrócona przez bramkę G1. Układ ten umożliwia zamianę dowolnego zbocza przebiegu wejściowego na zbocze opadające na wyjściu bramki H1 (1/3US18).

Opadające zbocze jest różniczkowane w układzie C34 i R86 zmieniając stan przerzutnika RS. Na wyjściu bramki H2 zostaje ustawiona jedynka logiczna



Rys.3 Schemat ideowy rejestru przesunowego, układu wyzwalania, licznika pomocniczego i układu wejściowego

powodująca odblokowanie licznika binarnego 4520 (1/2US2), rozpoczynając tym samym cykl pomiarowy. Przebiegi zegara fzeg docierają do rejestru przesuwanego i licznika pomocniczego 4520 (US19). Podczas zmiany stanu przerzutnika RS zostaje także wyzwolony układ różniczkujący C36, R88 generujący impuls zerowania rejestru przesuwanego i licznika pomocniczego.

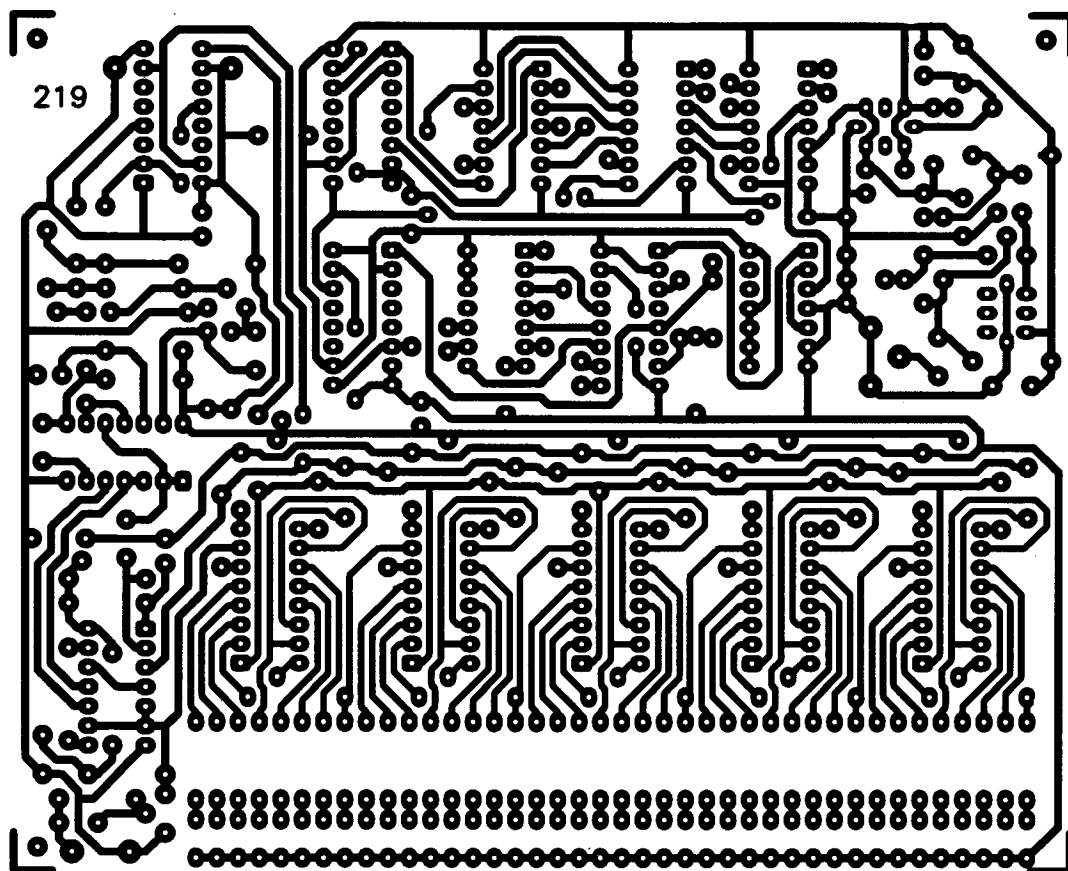
Przez cały czas pomiaru, na który składa się czterdzieści taktów zegara przebieg mierzony jest wpisywany do rejestru. Gdy licznik pomocniczy osiągnie stan 40 rejestr przesuwany jest całkowicie zapełniony. Stan licznika jest dekodowany przy pomocy bramki diodowej D62 i D 63. Zapełnienie licznika powoduje pojawienie się jedynki logicznej na anodach diod D62 i D63. Sprawia to, że tranzystor T9 zostanieysterowany i wygeneruje ujemną szpilkę zmieniającą stan przerzutnika RS. Układ oczekuje teraz na następne zbocze wyzwalające. Gotowość do wyzwolenia sygnalizowana jest zaświeceniem się diody D20.

Opisana powyżej praca układu odbywa się w cyklu wyzwalania automatycznego, kiedy to wyjście przerzutnika D 4013 (1/2US11) jest w stanie wysokim, a tranzystor T7 jest zatkany. Pracę z wyzwalaniem automatycznym sygnalizuje to świecąca się dioda D18. Jeżeli włącznikiem WŁ11 zmieni się stan przerzutnika na przeciwny, tranzystor T7 zostanie odblo-

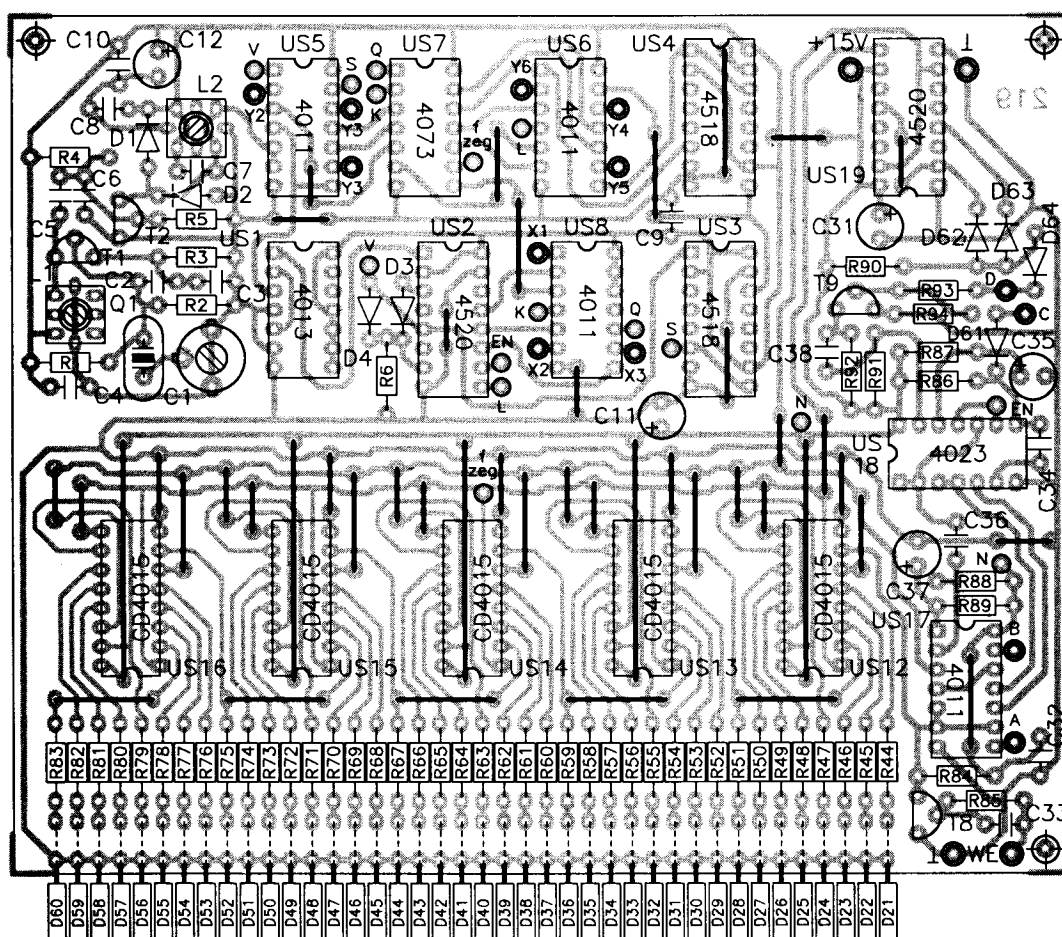
kowany i przez diodę D61 do wejścia 8 bramki H2 zostanie doprowadzone napięcie zasilania. Zablokuje to układ różniczkujący C34, R86 uniemożliwiając wyzwolenie cyklu pomiarowego. Dopiero naciśnięcie włącznika wyzwalania ręcznego WŁ12, spowoduje zablokowanie tranzystora T7 i umożliwi wyzwolenie układu pierwszym opadającym zboczem jakie pojawi się na wyjściu bramki H1. Jest to zatem praca z wyzwalaniem ręcznym. Przy wolnych przebiegach rzędu pojedynczych herców przycisk WŁ12 musi być przyciśnięty dłużej, aż do czasu kiedy zgaśnie dioda GOTOWE.

Kilka słów wyjaśnienia wymagają parametry „oscylskopu”. Podstawowym parametrem jest górna częstotliwość graniczna, która w tym urządzeniu wynosi 5 MHz. Dolna częstotliwość przebiegów mierzonych ograniczona jest zakresem podstawy czasu i długością rejestru przesuwanego. Pozwala to na zapamiętanie i wyświetlenie przebiegu trwającego 1,6 sek. Drugim parametrem jest zakres podstawy czasu obejmujący przedział od 0,5 μ s/dz do 200 ms/dz. Jedna działka obejmuje pięć diod świecących, czyli rozdzielczość wynosi 0,1 μ s/dz przy najszybszej podstawie czasu. Amplituda przebiegów cyfrowych doprowadzonych do wejścia może zawierać się w granicach +3++15 V.

Zakresy podstawy czasu rozmieszczone są w se-



Rys.4 Schemat płytki drukowanej rejestrów przesuwanych



Rys.5 Rozmieszczenie elementów na płycie rejestru przesuwnego

kwencji 1-2-5. Włączniki WŁ7, WŁ8 i WŁ9 umożliwiają wybór powyższej sekwencji. Pozostałe włączniki zmieniają zakresy co dziesięć.

Tabela 1

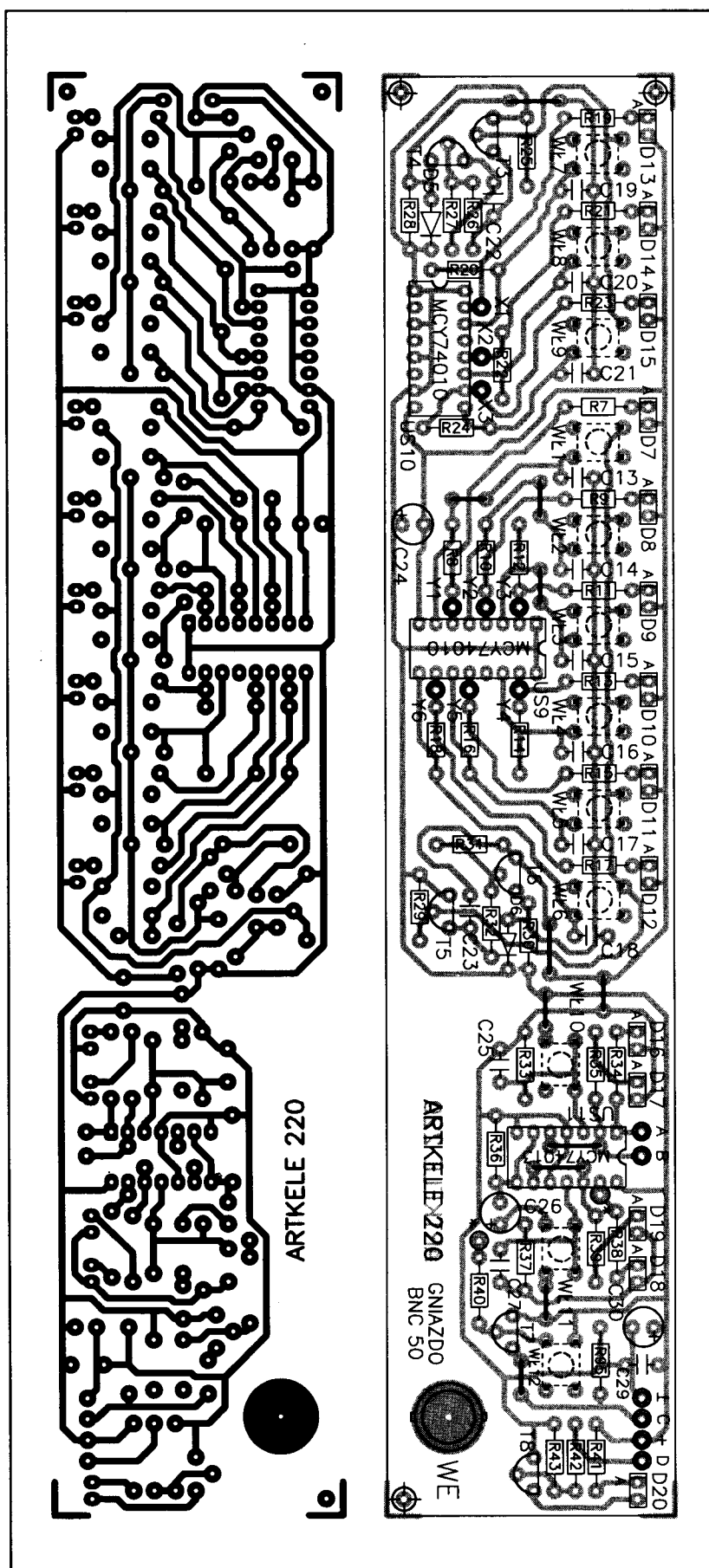
zeg	podstawa czasu	włączniki
10 MHz	0,5 μ s/dz	WŁ9, WŁ1
5 MHz	1 μ s/dz	WŁ8, WŁ2
2,5 MHz	2 μ s/dz	WŁ7, WŁ3
1 MHz	5 μ s/dz	WŁ9, WŁ4
500 kHz	10 μ s/dz	WŁ8, WŁ5
250 kHz	20 μ s/dz	WŁ7, WŁ6
100 kHz	50 μ s/dz	WŁ9, WŁ1
50 kHz	100 μ s/dz	WŁ8, WŁ2
25 kHz	200 μ s/dz	WŁ7, WŁ3
10 kHz	500 μ s/dz	WŁ9, WŁ4
5 kHz	1 ms/dz	WŁ8, WŁ5
2,5 kHz	2 ms/dz	WŁ7, WŁ6
1 kHz	5 ms/dz	WŁ9, WŁ1
500 Hz	10 ms/dz	WŁ8, WŁ2
250 Hz	20 ms/dz	WŁ7, WŁ3
100 Hz	50 ms/dz	WŁ9, WŁ4
50 Hz	100 ms/dz	WŁ8, WŁ5
25 Hz	200 ms/dz	WŁ7, WŁ6

W tabeli 1 zestawiono częstotliwości zegara zeg, odpowiadające im wartości podstawy czasu i włączniki które należy wcisnąć, aby otrzymać żadaną podstawę czasu.

Montaż i uruchomienie

Układy elektroniczne „oscylloskopu” rozmieszczono na dwóch płytkach drukowanych. Na jednej płytce umieszczone zostały wszystkie włączniki WŁ1+WŁ12 i diody świecące sygnalizujące włączony zakres, zbocze wyzwajające, rodzaj pracy i gotowość do pomiaru. Mikrołączniki montowane są po stronie drukowanej płytki, co ułatwi do nich dostęp. W narożniku płytki przewidziano miejsce do zamontowania gniazda wejściowego typu BNC. Na płycie klawiatury należy wykonać połączenie przewodem izolowanym pomiędzy punktami oznaczonymi gwiazdką.

Na drugiej płytce drukowanej umieszczono pozostałą część elektroniki wraz z diodami tworzącymi linię świetlną. W „oscylloskopie” zastosowano diody prostokątne o wymiarach 2,5x5 mm umocowane w pozycji pionowej. Bliżej krawędzi płytki montowana jest katoda diody. Na płycie wykonano osiem połączeń przewodami izolowanymi. Należy więc zwrócić uwagę aby nie nastąpiły pomyłki.



Rys.6 Schemat płytki drukowanej klawiatury i rozmieszczenie elementów

Pragnę przypomnieć, że na wszystkich płytkach drukowanych pola lutownicze przeznaczone do montowania przewodów w obrębie płytki oznaczane są pojedynczym kółkiem i dużą literą. Łączy się ze sobą dwa pola o takim samym oznaczeniu np. A-A, Q-Q, Z-Z itd.

Pola lutownicze przeznaczone do montażu przewodów łączących ze sobą dwie oddzielne płytki oznaczane są podwójnym kółkiem. Dotyczy to także przewodów zasilania, oraz wejść i wyjść.

Uruchomienie układu można rozpocząć od klawiatury, która będzie pracowała nawet bez połączenia jej z płytką rejestrów. Należy sprawdzić działanie włączników WŁ1+WŁ12, kontrolując zapalanie się odpowiednich diod świecących. Wciśnięcie włącznika WŁ12 przy zapalanej diodzie D18 „AUTO” powinno spowodować zanik napięcia +15 V na wyjściu „C” płytki. Pracę tranzystora T8 i diody D20 można sprawdzić łącząc wejście „D” płytki z napięciem zasilania. Powinna wtedy zapalić się dioda D20.

Po uruchomieniu płytki klawiatury, obie płytki należy połączyć ze sobą. W pierwszej kolejności sprawdza się pracę generatora 20 MHz. Dołączając do bazy T2 oscyloskop za pośrednictwem sondy RC, regulując cewką L1 należy doprowadzić do stanu w którym amplituda przebiegu 20 MHz jest największa i kolejne dwie połowki sinusoidy mają jednakową amplitudę. Następnie oscyloskop przełącza się do wejścia bramki A1, ustawia się cewką L2 maksymalną amplitudę. Powinna ona wynosić 15 V. Teraz korzystając z częstotliwościomierza można dostroić trymerem C1 częstotliwość 20 MHz. Częstotliwościomierz należy dołączyć do wyjścia bramki A1.

Jeżeli generator pracuje poprawnie należy przeprowadzić kontrolę przełączników zakresów, mierząc częstotliwość na wyjściu bramki C3. Wskazane jest sprawdzenie wszystkich osiemnastu zakresów, porównując wyniki z wartościami podanymi w tabeli 1.

Po tych czynnościach można rozpocząć próby funkcjonalne mierząc na przykład przebiegi na wyjściach Q1, Q2, Q3, Q4 układów US2+US4. Pomiary w trybie automatycznym przy większych częstotliwościach będą powodowały

zapalanie się wszystkich diod świecących, co wywołane jest przesuwaniem informacji w rejestrze. Dlatego też wskazane jest stosowanie trybu ręcznego wyzwalania.

Wykaz elementów

US1, US11	– MCY 74013 (CD 4013)
US2, US19	– MCY 74520 (CD 4520)
US3, US4	– MCY 74518 (CD 4518)
US5, US6, US8, US17	– MCY 74011 (CD 4011)
US7	– MCY 74023 (CD 4023)
US9, US10	– MCY 74010 (CD 4010)
US12÷US16	– MCY 74015 (CD 4015)
US18	– MCY 74073 (CD 4073)
T1, T2	– BF 314
T3, T6, T7	– BC 308B lub dowolny pnp $h_{21} > 200$
T4, T5, T8, T10	– BC 238B lub dowolny npn $h_{21} > 250$
T9	– BC 238A lub dowolny npn $h_{21} < 100$
D1÷D6, D61÷D64	– BAVP 17÷21 (1N4148)
D7÷D15, D18, D21÷D60	– LED prostokątna 2,5x5 mm kolor świecenia zielony
D16, D17	– LED prostokątna 2,5x5 mm kolor świecenia żółty
D18, D20	– LED prostokątna 2,5x5 mm kolor świecenia czerwony
R3, R25, R29, R84 R7, R9, R11, R13, R15, R17, R19, R21, R23, R34, R35, R38, R39, R41, R44÷R83 R8, R10, R12, R14, R16, R18, R20, R22, R24, R88	– 1 k Ω /0,125 W – 3,3 k Ω /0,25 W – 5,1 k Ω /0,125 W

R90, R92	– 10 k Ω /0,125 W
R12, R5	– 12 k Ω /0,125 W
R33, R37, R85, R86, R91	– 22 k Ω /0,125 W
R1, R4, R6, R30, R36, R43, R94, R95	– 47 k Ω /0,125 W
R26, R27, R31, R32, R40, R42, R87, R89, R93	– 100 k Ω /0,125 W
C1	– trymer KCD-7d 5/20 pF
C36	– 22 pF/160 V KCP
C33	– 33 pF/160 V KCP
C34, C38	– 56 pF/25 V KCPf
C7	– 100 pF KCPf
C6	– 150 pF KCPf
C2, C3	– 220 pF/25 V KCPf
C5	– 560 pF/25 V KCPf
C25, C27	– 10 nF/32 V KFP
C8÷C10, C13÷C23, C29, C32	– 47 nF/32 V KFP
C26, C35	– 1 μ F/63 V 04/U
C11, C12, C31, C37	– 2,2 μ F/40 V 04/U
C24, C30	– 10 μ F/16 V 04/U
L1, L2	– cewka 7x7 503
Q1	– rezonator kwarcowy 10.000 MHz
WŁ1÷WŁ12	– mikrołączniki

płytką drukowaną numer 219

płytką drukowaną numer 220

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: płytką numer 219 – 5,64 zł (56.400 zł)

płytką numer 220 – 3,62 zł (36.200 zł)

+ koszty wysyłki.

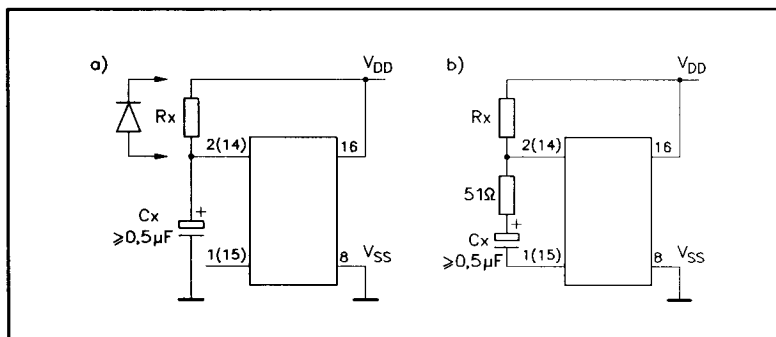
mgr inż. Dariusz Cichoński

Ciąg dalszy ze strony 2.

Jeżeli wartość kondensatora C_x jest większa od 0,5 μ F nagły zanik napięcia zasilającego układ może spowodować rozładowanie się kondensatora C_x przez nóżki 2 (14) i 1 (15) powodując uszkodzenie układu. Z tego też względu dla kondensatorów o pojemności

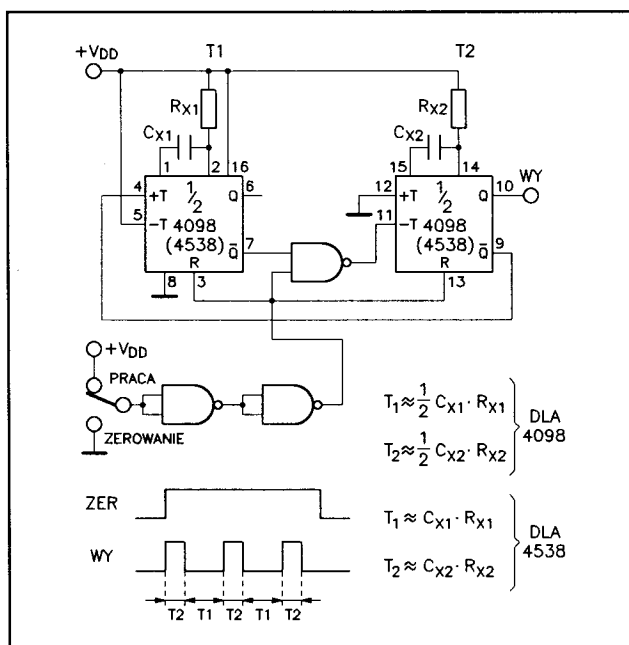
powyżej 0,5 μ F zaleca się stosowanie jednego z podanych na rysunku 4 zabezpieczeń. Jako diodę (rys.4a) można zastosować dowolną diodę prostowniczą o prądzie przewodzenia 1 A, lub większym. Kondensator C_x powinien być połączony z masą układu w pobliżu nóżki 8, co zminimalizuje możliwość powstawania zakłóceń wynikających z dużej wartości prądu rozładowania.

Drugie zabezpieczenie (rys.4b) polega na połączeniu z kondensatorem C_x szeregowego rezystora o wartości 51 Ω . Przy tym rozwiązaniu należy zwrócić uwagę, że czas generowanego impulsu ulegnie niewielkiej zmianie w stosunku do wielkości obliczonej. Chcąc uzyskać właściwy czas generowania impulsu należy nieco zwiększyć wartość rezystora R_x .



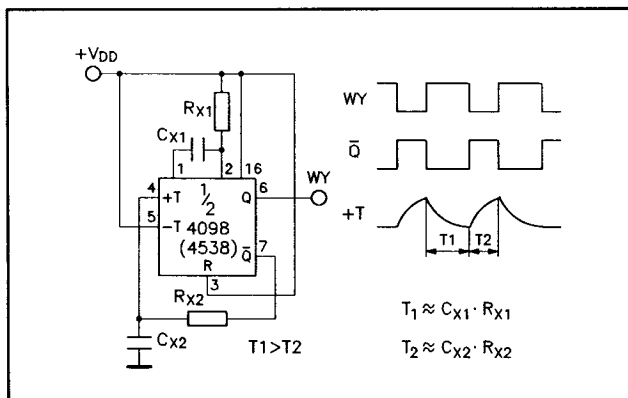
Rys.4 Schemat układu zabezpieczającego dla wartości $C_x > 0,5 \mu$ F

Oprócz różnic w zakresie wartości elementów i czasów trwania impulsów wyjściowych układy 4538 posiadają na wejściach +T i -T układy Schmitta. Pozwala to na wyzwalamie dowolnymi impulsami, których czas narostu nie jest limitowany, czyli że dopuszczalne są bardzo wolne narosty przebiegów wyzwalamych. Także układy 4538 charakteryzują się większą stałością czasu impulsu wyjściowego w funkcji temperatury i napięcia zasilającego. Dodatkowo w układach 4538 czas trwania impulsu zerującego jest niezależny od wartości elementów i wynosi typowo 30÷80 ns w zależności od napięcia zasilania. W układach 4098 czas ten zawiera się w granicach 30÷100 ns dla $C_x = 15 \text{ pF}$, 0,5–1,2 ms dla $C_x = 1 \text{ nF}$, i 20–50 ms dla $C_x = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$. Zatem do precyzyjnych zastosowań zaleca się stosowanie układu 4538.



Rys.5 Schemat ideowy generatora o dowolnym współczynniku wypełnienia przebiegu wyjściowego.

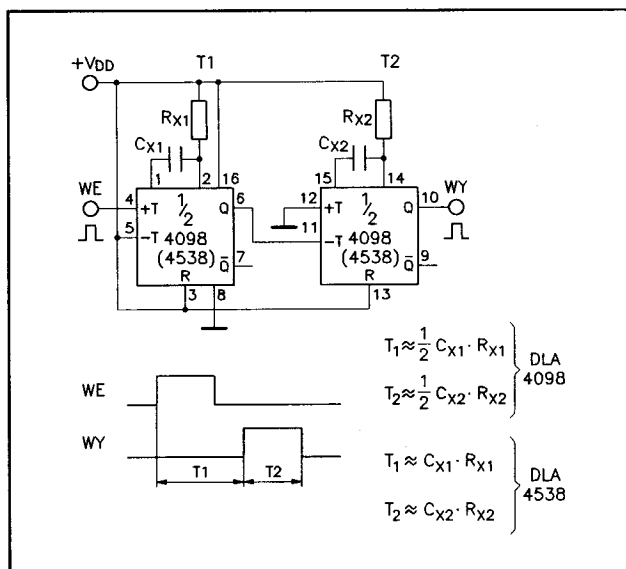
Na rysunku 5 zamieszczono schemat generatora astabilnego zbudowanego na jednym układzie 4098 (4538). Rozwiązanie to polecane jest tam gdzie wy-



Rys.6 Schemat ideowy generatora z pojedynczym multiwibratorem 4538

magane jest wypełnienie przebiegów różne od 1/2. Czas dodatniej połówki przebiegu zadawany jest wartościami elementów C_{x2} i R_{x2} , a ujemnej elementami C_{x1} , R_{x1} .

Możliwe jest także zbudowanie generatora w oparciu o jeden monowibrator. Schemat takiego rozwiązania przedstawiono na rysunku 6. Można tu stosować tylko układy 4538, posiadające wejścia Schmitta. Zasada pracy układu polega na wyzwoleniu tajmera narastającym zboczem z wyjścia zanegowanego, po zakończeniu generacji impulsu. Układ całkujący R_{x2} , C_{x2} opóźnia zbocze o czas $T_2 = R_{x2} \cdot C_{x2}$. Generator ten nadaje się szczególnie tam gdzie wypełnienie przebiegu jest dużo mniejsze niż 1/2. W generatorze z pojedynczym multiwibratorem nie można wykorzystać wejścia zerującego, gdyż wyzerowanie układu spowoduje przerwę w generacji. W urządzeniach, gdzie wymagana jest ciągła i niezawodna praca generatora rozwiązania z rysunków 5 i 6 nie są zalecane, ponieważ wszelkie zakłócenia mogą doprowadzić do przerywania generacji. Znacznie lepiej jest wtedy zastosować układ 4047.



Rys.7 Schemat ideowy układu opóźnienia impulsu

Kolejnym przykładem zastosowania układów 4098 (4538) jest układ pozwalający na wprowadzanie opóźnień impulsu pokazany na rysunku 7. Dodatnie zbocze impulsu wejściowego wyzwala pierwszy multiwibrator, którego stała czasowa decyduje o wartości opóźnienia. Opadające zbocze sygnału na wyjściu tego multiwibratora powoduje wyzwolenie drugiego układu. Czas trwania impulsu wyjściowego zależy od stałej czasowej drugiego multiwibratora. Oczywiście możliwe jest zbudowanie układu opóźniającego impulsy ujemne. W tym celu wystarczy wejście +T pierwszego multiwibratora połączyć z masą, a sygnał wejściowy doprowadzić do wejścia -T.

Ciąg dalszy w następnym numerze.

Nowe ceny płytek drukowanych

Wykaz cenowy płytek drukowanych, obowiązuje od 05.07.95. Ceny podane w nowych złotych

117 Częstościomierz - wyświetlacz WA	PE 1/94	0,90 zł	167 Programator do głowicy UKF	PE 10/94	5,09 zł
118 Częstościomierz - wzm. segmentów	PE 1/94	0,90 zł	168 Stół mikerski - ukł. komutacji	PE 11/94	3,85 zł
119 Termometr - automatyka	PE 2/94	0,90 zł	169 Stół mikerski - wsk. przesterowania	PE 11/94	1,15 zł
120 Termometr - zasilanie bateryjne	PE 2/94	0,90 zł	170 Lampa sygnalizacyjna	PE 11/94	3,82 zł
121 Ośmiokanałowa przystawka do osc.	PE 2/94	5,45 zł	171 Symetryzator antenowy	PE 11/94	2,29 zł
122 Konwerter UKF/FM + Dł/Śr	PE 2/94	0,90 zł	172 COVOX do PC	PE 11/94	1,64 zł
123 Konwerter UKF/FM	PE 2/94	0,90 zł	173 Szpieg	PE 11/94	0,90 zł
124 Dekoder Pal do OTVC Rubin 714	PE 3/94	3,60 zł	174 Generator funkcyjny	PE 12/94	1,72 zł
125 Przystawka wobulacyjna	PE 3/94	1,64 zł	175 Korektor graficzny	PE 12/94	3,60 zł
126 Echo do CB radio	PE 3/94	1,53 zł	176 Analizator widma	PE 1/95	11,25 zł
127 Bootselektor do Amigi	PE 3/94	0,90 zł	177 Układ kalibracji prądu podkładu	PE 12/94	5,25 zł
128 Automatyczny wył. oświetlenia sam.	PE 4/94	0,90 zł	178 Wzmacniacz antenowy	PE 12/94	0,90 zł
129 Tranzystorowy konwerter UKF FM	PE 4/94	1,72 zł	179 Zasilacz wzm. antenowego	PE 12/94	0,90 zł
130 Spawalniacz do Amigi	PE 4/94	0,90 zł	180 Przedwzmacniacz antenowy	PE 12/94	0,90 zł
131 Stół mikerski - wzmacniacz sumy	PE 4/94	1,70 zł	181 Rozdzielacz sygnałów	PE 12/94	1,47 zł
132 Generator znaczników	PE 4/94	1,09 zł	182 Przerywacz kierunkowskazów	PE 1/95	0,90 zł
133 „Przedłużacz” do pilota	PE 4/94	0,90 zł	183 Słuchawki bezprzewodowe - nadajnik	PE 1/95	1,71 zł
134 Stół mikerski - zasilacz	PE 5/94	0,90 zł	184 Słuchawki bezprzewodowe - odbiornik	PE 1/95	2,06 zł
135 Zdalne ster. - pilot	PE 5/94	3,91 zł	185 Wykrywacz przewodów	PE 1/95	0,90 zł
136 Zdalne ster. - wzmacniacz wstępny	PE 5/94	0,90 zł	186 Generator funkcyjny - płyta główna	PE 1/95	7,65 zł
137 Zdalne ster. - odbiornik	PE 5/94	3,73 zł	187 Częstościomierz jednozakresowy	PE 2/95	0,90 zł
138 Przedwzm. Hi-Fi - układy analogowe	PE 5/94	4,66 zł	188 Charakterograf	PE 2/95	4,39 zł
139 Zegar LM 8560	PE 5/94	2,09 zł	189 Mikser audio	PE 2/95	7,98 zł
140 Zdalne ster. - dekodery rozk. analog.	PE 7/94	5,52 zł	190 Sterownik świateł - sterownik	PE 3/95	7,38 zł
141 Zdalne ster. - sterowanie potencj.	PE 6/94	1,08 zł	191 Sterownik świateł - nadajnik	PE 3/95	1,89 zł
142 Zewnętrzna stacja dysków do Amigi	PE 6/94	1,77 zł	192 Układ fonii satelitarnej	PE 2/95	3,59 zł
143 Licznik do magnetofonu	PE 6/94	3,14 zł	193 Wzmacniacz z lamusa GML-026	PE 3/95	6,97 zł
144 Aktywna sonda do oscyloskopu	PE 6/94	0,90 zł	194 Wykrywacz metali TRANSET 150	PE 3/95	1,61 zł
145 Układ do przegr. taśm magnetowid.	PE 6/94	2,06 zł	195 Zasilacz laboratoryjny 0-30V/3A	PE 3/95	5,86 zł
146 Przedwzm. Hi-Fi - mikroprocesor	PE 7/94	5,80 zł	196 Wstępny stabilizator tyrystorowy	PE 4/95	1,20 zł
147 Przedwzm. Hi-Fi - wyświetlacz	PE 7/94	1,97 zł	197 Sterowanie oświetleniem w łazience	PE 4/95	2,68 zł
148 Ładowarka do akumulatorów	PE 7/94	2,37 zł	198 Efekt gitarowy „FAZER”	PE 4/95	3,37 zł
149 Sampler do Amigi	PE 7/94	1,38 zł	199 Generator dla początkujących	PE 4/95	1,13 zł
150 Oscyloskop - zasilacz	PE 7/94	4,64 zł	200 Programator pracy wycieraczek	PE 4/95	2,72 zł
151 Oscyloskop - generator i synchro.	PE 8/94	4,64 zł	201 Zabezpieczenie przed zanikiem fazy	PE 4/95	2,44 zł
152 Oscyloskop - wzmacniacz X i Z	PE 8/94	3,72 zł	202 Miniaturowy zegar MC 1204	PE 5/95	2,28 zł
153 Oscyloskop - wzmacniacz Y	PE 9/94	4,64 zł	203 Zdalne sterowanie oświetleniem	PE 5/95	1,71 zł
154 Oscyloskop - dzielnik wejściowy	PE 9/94	0,90 zł	204 Elektroniczny przełącznik wejść	PE 5/95	5,76 zł
155 Dolby B/C - reduktor szumów	PE 8/94	1,94 zł	205 Voltomierz 4 i 1/2 cyfry	PE 5/95	3,53 zł
156 Dolby B/C - układ przełączania	PE 8/94	0,90 zł	206 Przystawka „FUZZ” - „WAH-WAH”	PE 5/95	0,90 zł
157 Zdalne ster. - potencjometry elektr.	PE 9/94	2,87 zł	207 Sonda logiczna z sygnał. akustyczną	PE 6/95	0,90 zł
158 Wzmacniacz 100 W	PE 8/94	10,28 zł	208 Mikrofon bezprzewodowy	PE 6/95	1,12 zł
159 Przetwornica do świetlówek	PE 8/94	1,27 zł	209 Przedłużacz do STK 4046V	PE 6/95	1,09 zł
160 Kompandor	PE 9/94	3,27 zł	210 Mikroprocesorowy zegar sterownik	PE 6/95	10,62 zł
161 Głowica UKF OIRT/CCIR	PE 9/94	1,46 zł	211 Impulsowe światło do roweru	PE 6/95	1,78 zł
162 Układ Dolby HX PRO	PE 9/94	2,74 zł	212 Alarm samochodowy - pilot	PE 6/95	0,90 zł
163 Fonia stereo do OTVC	PE 10/94	2,56 zł	213 Alarm samochodowy - centralka	PE 6/95	4,89 zł
164 Obrotomierz cyfrowy - licznik	PE 10/94	2,97 zł	214 Alarm samochodowy - radiopow.	PE 7/95	2,58 zł
165 Obrotomierz cyfrowy - mnożnik	PE 10/94	1,88 zł	215 Przystawka kwadrofoniczna	PE 7/95	1,47 zł
166 Zdalne ster. - pot. analogowe	PE 10/94	6,24 zł	216 Mikrofon bezprzewodowy - odbiornik	PE 7/95	2,18 zł



Dla krótkofalowców, użytkowników CB i UKF-owców:

POTRÓJNE TRANSCEIVERY DIGITAL 941 i 942.

Wszystkie rodzaje emisji, zakresy od 20 kHz ÷ 31,7 MHz, 50 ÷ 60 i 140 ÷ 150 MHz.

Dla każdego: World Receiver



ODBIORNIKI typu: DIGITAL 942 R.

Zakresy i emisje jak wyżej, czułość 0,2 μ V.



Dla radioamatorów:

STEROWNIKI MIKROPROCESOROWE,

ze schematami aplikacyjnymi i instrukcjami obsługi:

1. Kolorowych tablic świetlnych z płynącymi napisami, dźwiękiem i klawiaturą;
2. Transceivera DIGITAL 942;
3. Do transceiverów z p.cz. 9 MHz (np. SP 5 WW) – właściwości sterowania jak w DIGITAL 942 (między innymi syntezer SAA 1057 i cyfrowa skala);
4. klucza elektronowego (Praktyczny Elektronik 5 i 6/93).



ZABEZPIECZENIA:

Do samochodów, motocykli, drzwi itp. – kwarcowe linie radiowe z wewnętrznym czujnikiem wstrząsów. Do toreb, plecaków itp. – alarmujące, jeżeli bagaż jest zbyt daleko od właściciela.



SUPER NOWOŚĆ!

w związku z pojawieniem się na rynku różnego rodzaju urządzeń podsłuchowych, proponujemy:

WYKRYWACZE wszelkich radiowych urządzeń podsłuchowych.

- mieszczą się w dłoni
- lokalizują miejsce ukrycia podsłuchu
- zakres pracy od fal krótkich, aż do kilku GHz (przetestowano do 3 GHz)
- absolutna prostota obsługi – jeden przycisk
- przydatne w biznesie i nie tylko... Domyśl się sam...
- cena promocyjna 85 zł!
- dla sklepów radiowych, sklepów CB, sklepów z zabezpieczeniami – ceny negocjowane.

Informacje (gratis): V-Electronics ul. Sucharskiego 17, 65-001 Zielona Góra tel. 26-67-55

Prowadzimy także sprzedaż wysyłkową za zaliczeniem pocztowym.

OBWODY DRUKOWANE J. Roy,
700-lecia 5, 63-600 Kępno.

Sprzedam wobuloskop do 1250 MHz
tel. 57-16-20 Wrocław

Sprzedam Wykrywacz PI, rozróżniający
metale, orientacyjnie określający
głębokość tel. 19-88-33 Łódź

SAM WYKONASZ OBWODY DRUKOWANE

Zestaw (laminat, wytrawiacz, instrukcja)
cena 3,30 zł + opłaty pocztowe.

Płatne za zaliczeniem pocztowym.

Oferuję sam laminat jedno- i dwustronny.
Chlorek żelazowy i pisaki do wykonania
obwodów drukowanych. Katalog bezpłatnie.
Pracownia Elektroniczna
skr. poczt. 344, 90-950 Łódź - 1

zawsze aktualne!

KRÓTKOFALOWCY

PLYTY, KITY, URUCHOMIONE URZĄDZENIA
krótkofalarskie KF, UKF, VHF, UHF
transceivery, transwertery, radiotelefony,
zdalne sterowanie, odbiorniki, wzmacniacze
końcowe, syntezery, modemy.
Ponadto 300 innych propozycji z zakresu:
miernictwa, systemów zabezpieczeń,
zasilaczy, akustyki, informatyki itp.

ZAWSZE AKTUALNE, OKAZYJNE CENY
KATALOG - KOPERTA ZWROTNA + ZNACZEK 2 zł
PEP WROCŁAW 17 Skr. Pocz. 1625

Bezpośrednio do domu,
niezawodne i terminowe dostawy
Praktycznego Elektronika
zapewni prenumerata.
Warunki prenumeraty i blankiety wpłat
zamieszczane są w środku numerów
2, 5, 8, 11 i 12.
Pamiętaj, pomyśl o tym już dziś.